

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA**

EDSON SEVERIANO DE ALBUQUERQUE

**UMA ABORDAGEM DA ROBÓTICA SUSTENTÁVEL PA-
RA O ENSINO DE QUÍMICA**

**Recife
2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

A345u Albuquerque, Edson Severiano de
Uma abordagem da robótica sustentável para o ensino de
química / Edson Severiano de Albuquerque. – 2018.
61 f. : il.

Orientador: Marcelo Brito Carneiro Leão.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Univer-
sidade
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Química,
Recife, BR-PE, 2018.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Química – Estudo e ensino 2. Robótica 3. Educação
ambiental 4. Lixo eletrônico - Reaproveitamento I. Leão,
Marcelo
Brito Carneiro, orient. II. Souza, Rodrigo Baldow de, coori-
ent. III.

Título

CDD 540

EDSON SEVERIANO DE ALBUQUERQUE

**UMA ABORDAGEM DA ROBÓTICA SUSTENTÁVEL PARA O ENSINO DE QUÍ-
MICA**

Monografia apresentada ao Departamento de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Licenciado em Química.

ORIENTADOR: Professor Dr. Marcelo Brito Carneiro Leão.

CO-ORIENTADOR: Professor Me. Rodrigo Baldow de Souza.

**Recife
2018**

UMA ABORDAGEM DA ROBÓTICA SUSTENTÁVEL PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Monografia apresentada ao Departamento de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Aprovado em: _____

COMISSÃO AVALIADORA

Prof. Dr. Marcelo Brito Carneiro Leão (Orientador)
(DQ/UFRPE)

Prof. Me. Rodrigo Baldow de Souza (Co-orientador)
(PPGEC/UFRPE)

Prof. Dr. Bruno Silva Leite (1º Avaliador)
(DQ/UFRPE/UAST)

Prof.^a Dra. Sandra Rodrigues De Souza (2º Avaliador)
(DE/UFRPE)

AGRADECIMENTOS

A Deus.

A esta universidade e seu corpo docente, em especial os professores: Euzébio Simões, Ruth do Nascimento e Sandra Rodrigues.

Ao meu orientador Marcelo Carneiro Leão, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube.

Ao meu Co-orientador Rodrigo Baldow de Souza, pelas suas correções e incentivo, você foi primordial.

Aos meus pais, João e Maria, pelo amor, tudo que fiz até aqui foi pensando em vocês, quero deixá-los orgulhosos.

A minha esposa Jéssica Patrícia, que esteve verdadeiramente do meu lado em cada passo, cada momento da minha vida, devo tudo isso a você.

A minha filha Elis Maitê, papai te ama meu anjo.

A todos meus alunos, pelo apoio e motivação.

A Inoã Allen, professor de robótica da Softex que me ajudou entender sobre a robótica, seus ensinamentos foram válidos.

A Elivyhere Oliveira, grande professora, pela sua ajuda e colaboração com a pesquisa.

Aos meus amigos e colegas do curso de licenciatura plena em química, entre eles especialmente: Fábio Calado, Thiago Ramos, Leonardo, Elivelton, Jéssica Bruna entre outros.

A escola que me recebeu de braços abertos para a realização desse trabalho.

Agradeço a cada pessoa que diretamente ou indiretamente contribuiu para a realização desse trabalho, ninguém chega ao topo sozinho, muitas pessoas me ajudaram até aqui.

Volto a dizer que sem Deus na minha vida, nada disso seria possível. Obrigado senhor, por me dar entendimento para realizar tudo que fiz. Agradeço acima de tudo ao meu Deus!

RESUMO

Esta pesquisa fez uma análise de uma prática pedagógica com a Robótica Sustentável no Ensino de Química, observando como esse trabalho pôde contribuir com o ensino e aprendizagem dos temas abordados na atividade. Foram realizados alguns encontros com estudantes do 9º ano do ensino fundamental de uma escola privada discutindo temas de Química relacionados à Educação Ambiental. Foi feita uma coleta de lixo eletrônico na comunidade de forma que esse material foi utilizado pelos alunos no desenvolvimento de três protótipos. Depois da construção desses artefatos, foi aplicado um questionário com os estudantes de forma que suas respostas foram categorizadas e organizadas em tabelas e, conseqüentemente, analisadas. Observou-se que a atividade fez com que os alunos entendessem melhor os problemas causados pelo descarte do lixo eletrônico, propondo, inclusive, algumas soluções, e possibilitou uma prática na qual os estudantes puderam aprender assuntos de Química que muitas vezes são vistos só na teoria simples.

Palavras- chave: Robótica Sustentável, Ensino de Química, Lixo Eletrônico

ABSTRACT

This essay analyzed a pedagogical practice with a sustainable robotics in chemistry teaching, observing how this work could contribute with teaching and learning of topics discussed in the following activity. Some meetings up were realized with 9th grade elementary school student from a private school in order to discuss some chemistry topics related to environment education. An electronic waste collection was done in the neighborhood and these things were used by the students in the development of three prototypes. After these artifacts building, a questionnaire was applied to the students and their results were categorized and organized in charts, and later analyzed. This activity made the students understand better the problems of disposal electronic waste, promoting, in addition, some solutions, and could enable a practicing where the students learned the real chemistry that many times has been studying only in theory.

Key words: Sustainable Robotics, Ensino de Química, Electronic Waste

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01: Projeto do Robô Tartaruga de Papert.....	16
Figura 02:Primeira versão do sistema de robótica Lego Mindstorms criada em 1998.....	18
Figura 03:Sistema Mindstorms NXT, 2006	18
Figura 04 :Sistema Mindstorms EV3, 2013	19
Figura 05 : Imagem Projeto GNU e criadores da Licença Pública Geral GNU/GPL	21
Figura 06: O Arduino.....	23
Figura 07: O Pinguino.....	23
Figura 08: Primeiro momento de aprendizado sobre a reutilização de e-lixo no laboratório ..	31
Figura 09: Primeiro contato com os alunos. Sondagem sobre os conceitos tecnológicos e a criação de projetos envolvendo a Robótica Sustentável	32
Figura 10: Retirada de peças para a reutilização do lixo eletrônico nos projetos de Robótica Sustentável.....	33
Figura 11: Robô artrópode construído através de motor de vibracall de celulares.	34
Figura 12: Robô Imóvel Gerador de Energia Eólica. Primeiro protótipo.	35
Figura 13: Robô Imóvel Gerador de Energia Eólica finalizado.	36
Figura 14: Carro de Controle via Bluetooth.....	37
Figura 15: Apresentação da pesquisa sobre Robótica Sustentável.....	38
Figura 16: Parte interna da tenda com a tabela de substâncias tóxicas componentes do lixo eletrônico e o slide de apresentação das vivências ocorridas durante a pesquisa.....	38
Figura 17: Modelo da Tabela Periódica Interativa	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 01- Elementos Químicos contidos em Lixo Eletrônico.....	25
Quadro 02-Categorização das respostas referentes à questão 01:	39
Quadro 03- Categorização das respostas referentes à questão 02:	41
Quadro 04-Categorização das respostas referentes à questão 03:	43
Quadro 05- Categorização das respostas referentes à questão 04:	45
Quadro 06- Categorização das respostas referentes à questão 05:	48

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
<i>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO</i>	<i>13</i>
<i>2.1 TECNOLOGIAS E ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO</i>	<i>13</i>
<i>2.3 ROBÓTICA PEDAGÓGICA LIVRE: UTILIZAÇÃO DA SUCATA NA CONSTRUÇÃO DE ROBÔS.....</i>	<i>21</i>
<i>2.4 ROBÓTICA SUSTENTÁVEL: UMA NOVA ABORDAGEM DA ROBÓTICA LIVRE.....</i>	<i>25</i>
<i>3 METODOLOGIA</i>	<i>29</i>
<i>REFERÊNCIAS</i>	<i>53</i>
<i>APÊNDICE A - Perguntas feitas aos alunos após a finalização da pesquisa.</i>	<i>58</i>
<i>Questionário de Pesquisa de Campo.....</i>	<i>58</i>

INTRODUÇÃO

Com o aumento do consumismo e da globalização, cada vez mais há novos produtos oferecidos no mercado. Os consumidores estão trocando seus equipamentos eletrônicos em um intervalo de tempo cada vez menor, pois a maioria consideram os anteriores obsoletos. Essa Obsolescência planejada pelas empresas proporciona produtos menos duradouros, seja em sua composição ou função. A obsolescência quando vinculada a função é denominada obsolescência planejada simbólica que possui a finalidade de gerar novas demandas na produção de equipamentos mais atrativos.

É a obsolescência planejada simbólica, que induz a ilusão de que a vida útil do produto esgotou-se, mesmo que ele ainda esteja em perfeitas condições de uso. Hoje, mesmo que um determinado produto ainda esteja dentro do prazo de sua vida útil, do ponto de vista funcional, simbolicamente já está ultrapassado. A moda e a propaganda provocam um verdadeiro desvio da função primária dos produtos. Ocorre que a obsolescência planejada e a descartabilidade são hoje elementos vitais para o modo de produção capitalista, por isso encontram-se presentes tanto no plano material como simbólico (LAYRARGUES, 2002, p. 3).

Dessa forma, o consumismo passou a ser visto como um problema ambiental, pois esses produtos são descartados de forma inadequada e com isso acabam gerando graves problemas ao meio ambiente (SILVA, 2010). De acordo com Sewell (1978), segundo Layrargues (2002), a eliminação da obsolescência planejada é a chave da minimização dos resíduos, pois entre um produto que tenha duração de doze anos e outro que funcione por oito anos, aquele com maior durabilidade reduzem em um terço o lixo produzido no mesmo período.

Dobrar a vida útil de um produto significa diminuir pela metade o consumo de energia, o lixo e a poluição gerada.

Há uma grande produção de lixo eletrônico e pouca discussão sobre esse tema. Segundo um estudo da Associação de Empresas da Indústria Móvel (GSMA) e do Instituto para Estudos Avançados de Sustentabilidade da Universidade das Nações Unidas (UNU-IAS), em 2014, a América Latina produziu 9% do lixo eletrônico (*e-waste*) do mundo, aproximadamente a 3,9 mil toneladas (t) (MAGALINI; KUEHR; BALDÉ, 2015).

No mesmo estudo, o Brasil produziu 36% do lixo eletrônico da América Latina, ou seja, o país gerou 1,4 milhão de toneladas de resíduos. A média total de resíduos

eletrônicos por pessoa é calculada em 6,6 kg, um dado assustador se levar em consideração que os celulares representam 29 g por pessoa desse lixo eletrônico (MAGALINI; KUEHR; BALDÉ, 2015). Devido a esse aumento do lixo eletrônico, é preciso pensar primeiramente a respeito da redução do consumo desses equipamentos e, posteriormente, priorizar seu descarte em locais propícios a reciclagem ou seu reuso, pois o lixo eletrônico pode se tornar um recurso no desenvolvimento de novos produtos. Uma das alternativas para o reuso desse lixo eletrônico é através de práticas pedagógicas da robótica na educação utilizando esses materiais descartados para construir artefatos tecnológicos.

Gebran (2009) compreende que a robótica na educação pode ser definida como um ambiente que favorece a aprendizagem que reúnem, em alguns casos, materiais de sucata, ou seja, lixo eletrônico ou motores e sensores pré-fabricados, controláveis por softwares de computadores. Ainda segundo o autor surgiram dois tipos de projetos utilizando a robótica pedagógica, a robótica de sucata, também conhecida como robótica livre, que se baseia no uso de uma “interface” ligada ao computador e controladas por softwares de domínio público e a robótica tradicional que utiliza produtos pré-fabricados com modelos padronizados com seus encaixes pré-confeccionados. Para Mil e César (2013) as duas tem a finalidade de ensinar robótica trazendo coisas diversas de outras áreas de conhecimento num ambiente divertido e que o usuário pode ficar motivado a trabalhar com essa tecnologia.

Contudo, há uma forma diferente de trabalhar a robótica intitulada de Robótica Sustentável, surgindo assim uma terceira categoria de robótica educacional. Esta foi trabalhada por Baldow e Leão (2017) em uma prática pedagógica na qual eles afirmam que:

A atividade com a Robótica Sustentável proporcionou aos alunos um momento de trabalho em equipe e de aprendizagem sobre a importância da sustentabilidade, tanto no que diz respeito à reutilização dos materiais, como o local certo de jogar fora com o intuito de diminuir o impacto ambiental que o lixo, principalmente o eletrônico, tem proporcionado devido seus elementos tóxicos (BALDOW E LEÃO, 2017, p. 703).

Neste tipo de robótica não se precisa necessariamente de programação nem de softwares para se trabalhar com sucata, mas utiliza peças simples de celulares, computadores, impressoras etc. para produzir pequenos robôs e auxiliar na construção do conhecimento dos discentes e promovendo assim uma Robótica Sustentável

que contribui para o reuso desse material e compreende sua importância para o meio ambiente e para a qualidade de vida.

A robótica pode ser utilizada como uma importante ferramenta educacional ao estimular o aprendizado e a compreensão dos conhecimentos em disciplinas que são consideradas críticas como, por exemplo, matemática, física e química (FABRÍCIO; COSTA NETO; ANDRADE, 2014, p. 2).

Fabrizio, Costa Neto e Andrade (2014) relatam em seu artigo uma experiência realizada com professores e alunos em turmas do ensino médio, onde utilizando a robótica nas aulas de química o interesse dos alunos contribuiu para uma melhora considerável do rendimento escolar. Além disso, eles comentam que a interação entre alunos e professores na realização dos experimentos foi fundamental para que esse desempenho melhorasse no decorrer das aulas.

Segundo Locatelli et al. apud Freitas, Steiner e Bertagnolli (2016, p. 1) “A química se caracteriza como uma ciência experimental apresentando conteúdos abstratos e de difícil compreensão e visualização por parte dos alunos”, logo essas novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) podem possibilitar interações importantes para auxiliar o desenvolvimento do aluno.

Várias são as TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação) apontadas como ferramentas que podem qualificar o processo do Ensino de Química como, por exemplo, softwares e jogos educativos, uso de recursos midiáticos, repositórios e objetos educacionais, laboratórios de experimentação virtual, entre outros (FREITAS; STEINER; BERTAGNOLLI, 2016, p. 1).

Diante de tudo que foi apresentado, sendo a Robótica Sustentável um instrumento de ensino e uma tecnologia inovadora que pode ser utilizada nas escolas, nesse trabalho questiona-se: **Como a Robótica Sustentável contribui na abordagem dos conteúdos de química e com o debate sobre o descarte do lixo eletrônico?**

Com o propósito de responder a questão de pesquisa, foi posto como objetivo: Analisar, através de uma observação participante, como a Robótica Sustentável contribui para o Ensino de Química. A partir disso discutir temas como: substâncias tóxicas presente em sucata, a ação dessas substâncias no meio ambiente, a importância do descarte adequado desses materiais, a poluição do ar, a composição desses poluentes, as substâncias presente no lixo eletrônico que afetam o organismo humano, as fontes de energia limpas disponíveis, pilhas e baterias, a poluição do

solo e a qualidade de vida. Logo, estes conteúdos serão explanados na construção de três projetos com materiais de sucata (computadores, celulares, aparelhos de Dvd's etc.) sendo o primeiro: o robô artrópode; o segundo: o robô imóvel gerador de energia eólica; e o terceiro: o carro de controle via Bluetooth.

É imprescindível que se invista em inovações. A sala de aula é o espaço onde o aluno deve ser capaz de não decorar ou memorizar símbolos, mas de compreendê-los, assim como a contextualização desses conteúdos no seu dia-a-dia ao desenvolver e aplicar cada informação em sua vivência e trazer novos modelos e novas ideias e, com isso, construir com seu professor um ambiente favorável ao aprender. Para isso ser possível é necessário um trabalho árduo para que o professor possa instigar o seu aluno o qual precisa se sentir motivado para responder a esse estímulo. Freitas, Steiner e Bertagnolli (2016), comentam que:

Um dos principais problemas relacionados ao Ensino de Química é a abordagem extremamente teórica, o que acaba refletindo no pouco interesse demonstrado pelos alunos com relação a esta área. Com base nos diversos trabalhos analisados pode-se afirmar que o uso de TICs é uma solução que introduz uma abordagem mais prática às aulas (STEINER E BERTAGNOLLI, 2016, p. 4).

Por meio desses argumentos justificamos a pesquisa nas grandes possibilidades de se trabalhar a robótica principalmente na disciplina de química que pode se tornar uma interessante ferramenta ao atuar nos conteúdos de forma lúdica e concreta. É dessa forma que o discente tem a possibilidade de ser um investigador que, a partir dos conceitos vivenciados, compreende a importância de discutir e ter uma visão crítica e pessoal sobre essas abordagens interdisciplinares.

Portanto, o que se planeja nesta abordagem é promover uma melhor forma de aprendizado de química, a partir do uso da Robótica Sustentável ao auxiliar na compreensão dos conteúdos antes vistos, em muitos casos, de forma complexa ou desinteressante. E a partir dessa compreensão, construir uma participação em sala de aula e aplicação no cotidiano desses jovens ao desenvolver assim seu interesse por outros conteúdos. Tudo isso proporcionará uma nova chance de ensinar para a vida ao melhorar a condição de ensino desses estudantes, além de debater a educação ambiental no descarte do lixo eletrônico.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO

2.1 TECNOLOGIAS E ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO

É perceptível o constante crescimento das diversas formas de tecnologia e nas mais diferentes áreas. Os avanços tecnológicos se encontram presentes em nosso cotidiano de tal modo que se tornam corriqueiros e de extrema necessidade (PEREIRA, 2010). Veraszto et al (2010) apud Oliveira (2014) define que:

Tecnologia é um conjunto de saberes inerentes ao desenvolvimento e concepção dos instrumentos (artefatos, sistemas, processos e ambientes) criados pelo homem através da história para satisfazer suas necessidades e requerimentos pessoais e coletivos (VERASZTO *et al*, 2010, p. 78).

Segundo Oliveira (2014), as palavras técnica e tecnologia originam-se de uma única palavra grega, *techné*, que significa alterar/modificar o mundo de forma prática. Porém, estas palavras possuem conceitos diferentes. Técnica está relacionada ao sentido de construir, fabricar, enquanto tecnologia tem o sentido de estudar a técnica com a finalidade de aprimorá-la. Pereira (2010) discute que as novas tecnologias trazem diversas possibilidades de lazer, entretenimento, pesquisa, relacionamento e trabalho. Muitas são as possibilidades de comunicação e acesso às informações disponíveis atualmente. Logo, a tecnologia é uma ferramenta que pode ser importante no espaço escolar, pois possibilita a abordagem de diversos contextos de forma atrativa, dinâmica e lúdica. Portanto, Oliveira afirma que:

As escolas e outras instâncias educativas não incorporam tecnologia simplesmente quando adquirem equipamentos, incorporam tecnologia quando os equipamentos fazem parte de um conjunto de ações humanas nas quais os sujeitos de fato se relacionam com eles de forma que possam utilizá-los, idealizá-los ou concebê-los, construindo, modificando e manipulando estes objetos, descobrindo e imaginando formas de uso (OLIVEIRA, 2014, p. 16).

Uma dessas ferramentas tecnológicas é a Robótica. Para Mil e César (2013), os educadores que usam a robótica como estratégia de ensino e aprendizagem denominam essa prática como Robótica Educacional.

A Robótica Educacional é também conhecida como Robótica Pedagógica, e é aplicada em ambientes educacionais onde o aluno pode montar, desmontar, programar e reprogramar um robô ou sistema robotizado. Estes siste-

mas proporcionam aos alunos momentos não só de aprendizado, mas também de lazer e entretenimento.

O ensino da robótica não trata apenas o ganho do conhecimento sobre tal assunto (montar e programar o robô), mas também é aplicado na intenção de auxiliar no aprendizado dos conceitos de diversas disciplinas e ainda no ganho intelectual e de raciocínio lógico (PEREIRA, 2010, p. 19).

Segundo Baldow e Leão (2017), baseado em Costa (2012), a robótica na educação surgiu durante a década de 60 nas pesquisas do matemático sul-africano Seymour Papert e outros cientistas do Laboratório de Mídia do Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Gebran (2009) comenta que Papert, desenvolveu o construcionismo que consistia em deixar de dar as respostas prontas para os alunos e passar a estimular a busca pelo conhecimento e fazer com que os mesmos pudessem resolver os problemas abordados no espaço escolar.

Castilho (2002) apud Pereira (2010) comenta que:

O principal objetivo da robótica pedagógica é fornecer um ambiente onde o aluno aprenda, não somente, como construir e manipular um robô, mas também todos os conceitos lógicos envolvidos no processo, estimulando ainda sua criatividade e raciocínio (PEREIRA ,2010, p. 19).

É importante destacar que para Mil e César (2013) a robótica está intimamente relacionada ao construtivismo piagetiano e ao sociointeracionismo vigotskiano, nos quais visam à construção de um ambiente criativo que desenvolva o conhecimento, o potencial e a inteligência dos educandos e dos educadores. Zilli (2004) compreende que a Robótica é uma alternativa interessante como ferramenta pedagógica no processo de ensino e aprendizagem e pode ser empregada em uma proposta educativa que vai ao encontro com várias teorias e visões dos educadores da atualidade, pois a riqueza da robótica na educação “está no seu potencial como metformação e como criadora de um ambiente dinâmico de ensino e aprendizagem” (MILL; CÉSAR, 2013, p. 270). De acordo com Santos *et al.* (2010) *apud* Celinski *et al.* (2012), é importante que o aluno questione e seja capaz de solucionar um problema. Essa busca por soluções estimula o espírito investigativo e a curiosidade, permitindo que o aluno ultrapasse os conhecimentos individuais de cada disciplina, com a manipulação de protótipos robóticos.

A ideia da Robótica na Educação pode ser vista como:

O conjunto de processos e procedimentos envolvidos em propostas de ensino e aprendizagem que tornam os dispositivos robóticos como tecnologia

de mediação para a construção do conhecimento. Dessa forma, quando nos referimos à robótica pedagógica, não estamos falando da tecnologia ou dos artefatos robóticos em si, nem do ambiente físico onde as atividades são desenvolvidas. Não estamos nos referindo a outra coisa senão à proposta de possibilidades metodológicas de uso de tecnologias informáticas e robóticas no processo de ensino aprendizagem. (MILL; CÉSAR, 2013, p. 272)

A partir da prática da Robótica na Educação atualmente existem alguns projetos baseados no processo de ensino e aprendizagem, como a Robótica Tradicional, a Robótica com sucata, também chamada de Robótica Pedagógica Livre ou somente Robótica Livre e a Robótica Sustentável. As três serão abordadas a seguir.

2.2 PAPERT, LEGO E A ROBÓTICA TRADICIONAL

A Robótica iniciou-se a partir dos primeiros projetos tecnológicos relacionados à educação, produzidos por Papert. Sobre ele, Coelho Neto e Altoé (2011, p. 5-6) destacam que:

Seymour Papert, matemático e pesquisador na área de Inteligência Artificial, natural da África do Sul, trabalhou com Jean Piaget na Universidade de Genebra, e sua colaboração principal foi considerar o uso da matemática no processo de como as crianças podem aprender a pensar, no início da década de 60 (século XX). Papert afiliou-se ao Massachusetts Institute of Technology (MIT) onde, em conjunto com Marvin Lee Minsky, planejou o Laboratório de Inteligência Artificial.

Em seus primeiros modelos na área da educação, foi desenvolvida, no ano de 1967, a linguagem de programação Logo que contribuiu com o trabalho da Robótica que foi baseado na Teoria de Piaget com algumas ideias de inteligência artificial (COELHO NETO; ALTOÉ, 2011). Assim, seus robôs são fundamentados na consciência de que o aluno desenvolve o projeto junto ao professor, ao pensar e estabelecer a programação que fará o modelo se mover e interagir de diferentes formas. E isso é o conceito de construcionismo que diz que:

[...] o professor não impõe seu saber ao aluno, mas acompanha, incentiva, sugere e aprende junto. Por isso a necessidade que o professor assuma uma ação pedagógica na qual promova a construção do conhecimento pelo educando (COELHO NETO; ALTOÉ, 2011, p. 6).

A teoria do Construcionismo de Papert surgiu a partir da crítica ao Instrucionismo, este método ficou popular a partir da chegada dos microcomputadores nas escolas. Nesta abordagem o estudante apenas usava a máquina para receber in-

formações já programadas, o que para Papert não condiz com o modelo de educação tradicional, pois, ele afirmava que os computadores deveriam ser instrumentos de ensino que usados para a reflexão e realização de projetos, estabelece conceitos e desenvolve novas ideias. O Construcionismo surgiu para tornar as tecnologias uma ferramenta multidisciplinar e construtiva, baseado nas ideias Piagetianas, na qual diz que o desenvolvimento cognitivo é um processo que vive em mudança construindo e reconstruindo as estruturas mentais dos indivíduos e que a compreensão está ligada não só a passagem de informações pré-produzidas, mas na interação que o sujeito e o objeto realização neste processo de aprendizagem (BALDOW; LEÃO, 2017).

Os primeiros robôs desenvolvidos por Papert e sua equipe eram enormes e resistentes, “capazes de suportar o peso de uma criança sobre eles” (GEBRAN, 2009, p. 199). Com o passar do tempo, os modelos e tamanhos foram reduzidos e aprimorados, para ter mais agilidade em suas funções.

Mais adiante, Papert incorporou a seus projetos o robô tartaruga (Figura 01), que se deslocava no solo. Morais (2010) explica que a fim de ampliar os comandos da tartaruga, na década de 80, Papert acrescentou diversos recursos como gráficos e sons, o que possibilitou novas experiências e o aprimoramento da linguagem Logo.

Figura 01: Projeto do Robô Tartaruga de Papert



Fonte: <http://www.i-programmer.info/images/stories/ComputerCreators/minsky/turtle.JPG>

Nesta mesma época, em parceria com o dono da Lego, eles desenvolveram o kit comercial Lego-Logo de robótica educativa (GEBRAN, 2009), que tornou-se uma

ferramenta pedagógica apreciada em todo o mundo. Por meio dessa parceria esta Robótica também passou a ser chamada de Robótica com lego.

O projeto com kits é constituído por peças (materias pré-moldados) e softwares que comandam as ações dos robôs através da programação de computadores. Portanto, através do uso da Robótica com lego:

O aluno pode, também, montar modelos de objetos do mundo real como, por exemplo, uma gangorra, uma balança, uma montanha russa, etc. O programa Logo deve propiciar o comportamento à máquina de modo que o sensor, o motor e a luz sejam controlados, implementando as funções desejadas. Assim, o dispositivo pode ser cada vez mais sofisticado e ser incrementado do ponto de vista tanto de semelhança física com o objeto real, quanto de comportamento. O limite de sofisticação depende do aluno. Esta forma de trabalho torna o individuo autônomo sendo capaz de aprender a aprender através de um processo de busca, de investigação, de descoberta e de invenção (MORAES, 2010, p. 47).

Oliveira (2014) afirma que os kits de robótica mais utilizados nas escolas, ao menos no Brasil, são do sistema de robótica Lego *Mindstorms*, muito conhecido nos diversos torneios de robótica. Baldow, Silva Júnior e Leão (2017) fizeram um levantamento dos artigos apresentados com a temática robótica em quatro importantes congressos na área de ciências observando que em 46,43% das pesquisas utilizaram kits proprietários a ponto de todos esses usarem o material da Lego nos seus trabalhos. Apesar de existir kits comerciais de robótica no mercado como Modelix Robotics, Kit AIFA, Curumim, Vex etc. optaremos por falar sobre o material da Lego por sua importância histórica e uso na maioria das pesquisas da área que utilizam esse tipo de kit.

A primeira versão do sistema de robótica Lego *Mindstorms*, o RCX foi criada em 1998 e o sistema era programado em linguagem Logo (Figura 02).

Figura 02: Primeira versão do sistema de robótica Lego *Mindstorms* criada em 1998



Fonte:

https://vignette.wikia.nocookie.net/bzpowercircle/images/5/57/LEGO_RCX.png/revision/latest?cb=20090816191821

Em 2006, a Lego produziu o sistema Mindstorms, o NXT (OLIVEIRA, 2014):

Figura 03: Sistema Mindstorms NXT, 2006



Fonte: http://www.buildbot.com.br/loja/image/large/39_4.jpg

Em 2013 foi lançado o sistema Mindstorms, o EV3, que possui mais funções e componentes. Sobre o mesmo:

O kit de robótica Lego Education EV3 vem em uma maleta com peças Lego comuns (totalmente compatíveis com qualquer outra peça Lego) e apresenta os seguintes componentes eletrônicos:

- Motores: podem ser programados para executar movimentos com grande precisão, inclusive com controle de torque.
- Sensor ultrassônico: pode detectar se há um objeto na frente do sensor e a que distância este objeto se encontra.
- Sensor de toque: funciona como um botão de apertar e soltar.

- Sensor de luz e de cor: detecta a quantidade de luz no ambiente ou a quantidade de luz que determinado objeto reflete (objetos claros = mais luz; objetos escuros = menos luz) e também identifica cores.
- Sensor giroscópio: funciona como o giroscópio de um celular ou tablet, “percebendo” os movimentos que o robô executa.
- Há também sensores de som, temperatura e infravermelho disponíveis para complementar o kit.
- EV3: é o controlador dos robôs, o “cérebro”. Pode ser programado em diversas linguagens e é capaz de executar muitas tarefas e cálculos com grande precisão. Todos os sensores e motores são sempre conectados ao EV3 (OLIVEIRA, 2014, p. 33-34).

Muitos acreditam que este kit (figura 04) funciona mais como um brinquedo de montar, podendo formar inúmeros robôs de formas e funções distintas.

Figura 04: Sistema Mindstorms EV3, 2013



Fonte: https://http2.mlstatic.com/lego-mindstorms-ev3-cod-31313-c-601-pcs-kit-de-robotica-D_NQ_NP_696613-MLB27058259134_032018-F.jpg

Mill e César (2013), baseados em D' Abreu (1999), afirmam que a robótica indicada como tradicional está centrada na utilização de robôs com características técnico-industriais, pois apresenta conceitos básicos de mecânica, cinemática, automação, hidráulica, informática e inteligência artificial (USATEGUI; LEON, 1986). Nesse caso, a robótica consiste no desenvolvimento de máquinas e dispositivos autômatos (denominados robôs) que possam executar tarefas independentes do manuseio humano ao seguir uma programação previamente estabelecida.

Mill e César (2013) pontuam que mesmo com a grande possibilidade de estratégias de ensino a partir dos kits, eles possuem um custo considerável, por isso torna-se difícil a sua obtenção, além disso, os softwares são pagos e possuem custo elevado. Portanto, eles entendem que:

As soluções de robótica pedagógica proprietárias, desenvolvidas em ambiente escolar com o uso de modelos padronizados, produzidos e comercializados como pequenos kits, também permitem aos alunos aprender os conceitos e construir com criatividade seus dispositivos autônomos, embora apresentem excessiva formatação restringindo as possibilidades de construção à manipulação das peças e módulos de encaixe pré-fabricados. Os preços dos produtos (hardware) comerciais também inibem o desenvolvimento de projetos de robótica pedagógica (especialmente em escolas públicas). Os programas computacionais proprietários (softwares pagos) pecam pelo custo elevado e por não darem liberdade ao usuário para manipular sua estrutura de código-fonte. Entendemos que, assim, a robótica pedagógica “tradicional” restringe as possibilidades de uma prática pedagógica adequada e de baixo custo. (MILL; CÉSAR, 2013, p. 279).

Outra situação é a não utilização dos kit's por falta de conhecimento, principalmente em relação à linguagem de programação, muitos professores sentem-se inseguros para manusear esse material. Pereira (2005, p.13) apud Coelho Neto e Altoé (2011, p. 2) comenta que:

Formar cidadãos preparados para um mundo contemporâneo é um grande desafio para quem dimensiona e promove a educação. Em plena Era do Conhecimento, na qual inclusão digital e Sociedade da Informação são termos cada vez mais frequentes, o ensino não poderia se esquivar dos avanços tecnológicos que se impõem ao nosso cotidiano.

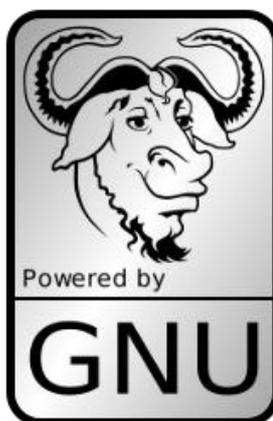
Portanto, não é necessário apenas inserir a tecnologia, mas trazer aos professores de diferentes áreas a oportunidade de conhecer o material e aprender a utilizá-lo para que possam compartilhar esse conhecimento com seus alunos. Porém, nesse processo, deve-se trabalhar as dificuldades, trazer um suporte e principalmente entender os limites e fornecer a base para que os mesmos possam superá-los. Em relação à participação dos discentes, Francisco Júnior et al. (2010, p. 15) apud Martins, Oliveira e Oliveira (2012), afirmam que para o bom desenvolvimento dos projetos de robótica é necessário a tolerância e a persistência dos alunos. Além disso, é indispensável estabelecer relações entre proposta, execução e construção, ao sistematizar o raciocínio, trabalhar e colaborar em grupo, refletir, formular e avaliar as etapas do projeto. Todos esses aspectos participam da ideia de educação e de escola afirmados por Piaget.

Por fim, a robótica tradicional traz muitas ferramentas para produzir projetos interdisciplinares criativos, mas essa tecnologia ainda é muito específica. Seu uso muitas vezes é limitado a professores de matemática, física, computação, ou professores de programação. Por isso, é preciso formação e informação desses educandos na linguagem da robótica com Lego.

2.3 ROBÓTICA PEDAGÓGICA LIVRE: UTILIZAÇÃO DA SUCATA NA CONSTRUÇÃO DE ROBÔS

Zilli (2005) apud Mill e César (2009) afirma que o conceito de *Software livre* foi formalizado por Richard Stallman em 1983, em um manifesto que discutia a definição e a licença de uso de um programa livre, essa licença ficou conhecida como licença GNU ou Licença Pública Geral (GPL) (Figura 5). “Para defender seus ideais, Stallman fundou a Free Software Foundation (FSF), que defende o conceito de Software Livre”. (MILL; CÉSAR, 2009, p. 223).

Figura 05: Imagem Projeto GNU e criadores da Licença Pública Geral GNU/GPL



Fonte: https://docs.blender.org/manual/pt/dev/_images/getting-started_about_license_gnu-logo.png

Outra importante pesquisa nesta área foi Linus Torvalds que em 1991 criou o núcleo do sistema operacional Linux e o distribuiu com seu código-fonte aberto para que outros pudessem usar ou implementar melhorias na estrutura do software e depois redistribuí-lo, surgindo assim a Comunidade Linux (MILL; CÉSAR, 2009).

Nos últimos anos o governo federal e também os governos estaduais do Brasil estão destinando às escolas públicas computadores com o Sistema Operacional Li-

nux ou o Linux Educacional, possibilitando o uso de soluções livres na área de Tecnologia da Informação – TI (TRENTIN; PÉREZ; TEIXEIRA, 2013). Mill e César (2009, p. 226) explicam que:

É nessa perspectiva, associada aos princípios do *copyleft*, que apresentamos a proposta de Robótica Livre. Além de explorar as potencialidades da robótica pedagógica, acreditamos também nesse viés do acesso à receita do bolo... ou seja, acreditamos que, ao acessar o processo de produção do robô e na elaboração do programa do computador para controle dos dispositivos robóticos, os educandos e educadores estarão diante de uma poderosa estratégia de produção de conhecimento (MILL E CÉSAR, 2009, p. 226).

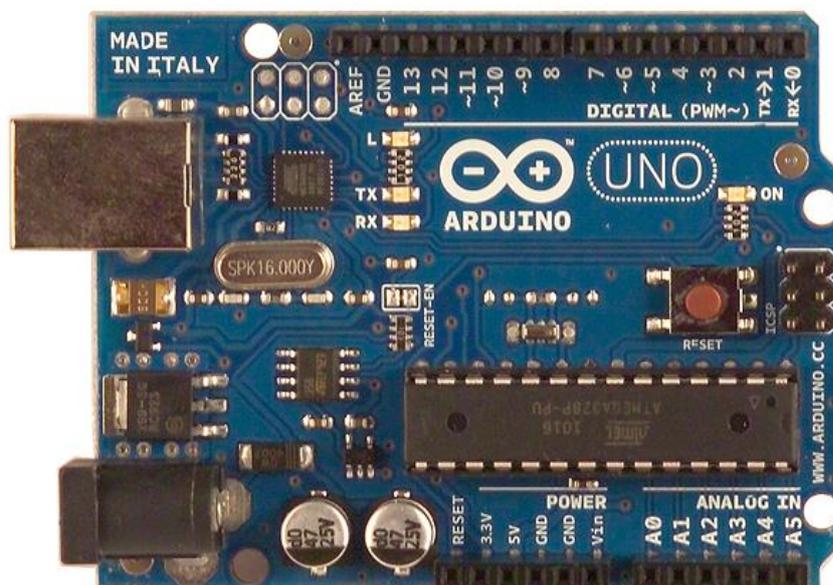
No Brasil, em 2001 o professor Danilo Rodrigues César em conjunto com alguns discentes e professores de uma escola pública da rede Municipal de Ensino em Belo Horizonte, promoveram uma experiência com robótica de baixo custo, ao utilizar dispositivos não comerciais como softwares livres e materiais de sucata. César (2013) afirma que:

Atualmente, a inserção dos fundamentos da robótica no cenário educacional objetiva, basicamente, o “treinamento” dos educandos para o uso de kits pedagógicos padronizados – comercialmente adquiridos –, constituídos principalmente por softwares e hardwares não livres (a cópia, (re) distribuição ou modificação são restritas ao seu criador/desenvolvedor e/ou distribuidor), que servem para o controle e acionamento de dispositivos eletromecânicos.

Diferentemente disso, propomos uma Robótica Pedagógica Livre. Compreendemos com essa designação o conjunto de processos e procedimentos envolvidos em propostas de ensino e de aprendizagem que utilizam os kits pedagógicos e os artefatos cognitivos baseados em soluções livres e em sucatas como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento. De forma específica, adotaremos nesta pesquisa a denominação Robótica Pedagógica Livre ou, resumidamente, Robótica Livre (CÉSAR, 2013, p. 55).

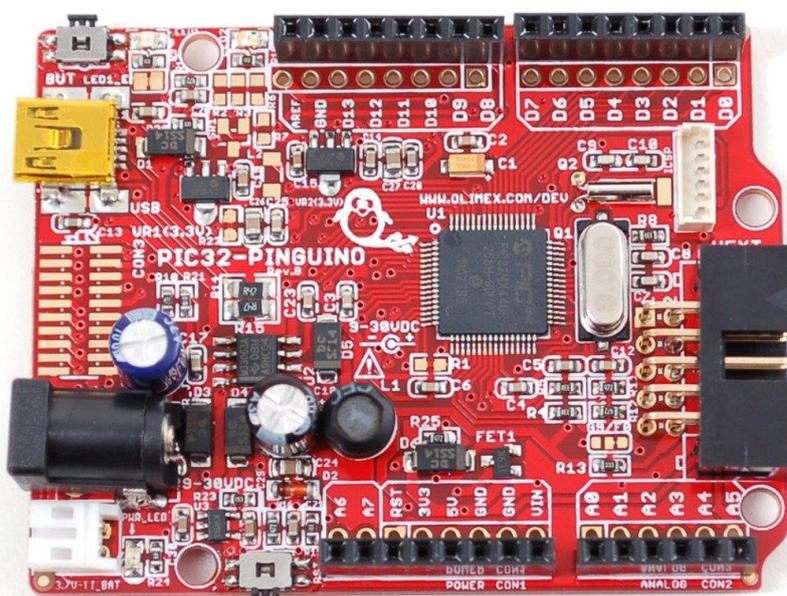
As soluções livres dão origem aos chamados hardwares livres, estes seguem “as quatro liberdades (liberdade de uso, estudo e modificação, distribuição e redistribuição das 56 melhorias) da filosofia do Software Livre” (CÉSAR, 2013, p. 55-56). Ainda segundo César (2013), os hardwares livres mais comuns são o Arduino (Figura 6), o Pinguino (Figura 7) e a Interface de Hardware Livre (IHL).

Figura 06: O Arduino



Fonte: <http://s.glbimg.com/po/tt/f/original/2013/10/03/arduino.jpg>

Figura 07: O Pinguino



Fonte: <https://cdn-shop.adafruit.com/1200x900/469-02.jpg>

Mill e César (2013, p. 279) comentam que “para a construção de um ambiente dinâmico de aprendizagem, esse projeto Robótica Livre fez uso de softwares livres (Linux e seus aplicativos)[...]” que compõem juntamente com os hardwares livres “a construção de kits alternativos de Robótica Pedagógica e protótipos de artefatos

cognitivos (robôs, braços mecânicos, elevadores, dentre outros)” (CÉSAR, 2013, p. 56).

Sobre a Robótica na Educação, em especial a Livre, Trentin *et al* (2013, p. 233-234) destacam que:

Um dos principais objetivos de projetos na área de Robótica Educacional é o de levar até os ambientes de ensino recursos tecnológicos, além de computadores e softwares, que possam vir a auxiliar a educação. E, no caso específico da Robótica Educacional Livre, com ênfase na utilização de hardware de baixo custo e softwares gratuitos.

Sua utilização enquanto recurso didático-metodológico em sala de aula pode contribuir para minimizar as dificuldades de aprendizagem dos estudantes e contribuir para qualificar a educação, uma vez que não somente o ato de construir, mas principalmente o de programar um robô exige a combinação de conhecimentos de diversas áreas. Isso dá à robótica um caráter multidisciplinar, além de instigar o aluno a se envolver ativamente nas ações educacionais envolvidas nesse processo.

Outra característica da robótica é o fato de suas atividades serem mais produtivas quando realizadas por um grupo de pessoas trabalhando em conjunto, e não por um único indivíduo. Congregando a teoria à prática ela é capaz de desenvolver nos alunos alguns conceitos que as demais disciplinas quase não abordam, como: trabalho em equipe, autodesenvolvimento, capacidade de solucionar problemas, senso crítico, integração de disciplinas, exposição de pensamentos, criatividade, autonomia e responsabilidade, postura empreendedora, entre outras (TRENTIN *et al.*, (2013, p. 233-234).

A Robótica Livre defende o acesso ao código-fonte e isso possibilita a intervenção à mercantilização do conhecimento (MILL; CÉSAR, 2009). “A Inclusão digital pressupõe conhecer tanto o processo (inclusive o código) e o produto (as respostas do software) do trabalho humano” (MILL; CÉSAR, 2009, p. 238).

Contudo, mesmo com o avanço das tecnologias, para se trabalhar tanto com a Robótica tradicional quanto a Robótica livre é preciso que se conheça a linguagem de programação desses softwares, o que torna o desenvolvimento desses projetos mais difícil ou complexo para muitos professores e alunos. Essa falta de acesso a computadores, por parte de alguns discentes e docentes na instituição educacional, e, principalmente, a falta de conhecimento sobre a linguagem de programação é um dos problemas enfrentados pela maioria do segmento escolar. Isso interfere, por exemplo, na hora de auxiliar o aluno na construção do código-fonte ou na manipulação dos hardwares. Por isso, será visto um novo modelo de Robótica na Educação, que utiliza os princípios da Robótica Livre, ao usar sucatas de aparelhos eletrônicos e permitir que, mesmo aqueles que não possuem computador ou saiba a linguagem de programação, use a robótica como ferramenta de ensino.

2.4 ROBÓTICA SUSTENTÁVEL: UMA NOVA ABORDAGEM DA ROBÓTICA LIVRE

Um exemplo de prática pedagógica criativa, lúdica e de baixo custo é “a Robótica Sustentável que contribui com a diminuição do impacto ambiental, no momento que reutiliza lixos eletrônicos” (BALDOW; LEÃO, 2017) sem necessariamente utilizar programação nesses robôs, porém faz uso de recursos mais baratos. Sobre o avanço da tecnologia e o e-lixo, Bogarim, Larrea e Ghinozzi (2015, p. 2) ressaltam que:

O constante progresso tecnológico tem seus pontos negativos, pois traz consigo um aumento de lixo eletrônico que não é nada saudável para humanidade, pois seus metais são tóxicos, prejudiciais ao organismo humano e ao ambiente. Há algum tempo as empresas introduziram o processo chamado “obsolescência programada”, no qual prioriza uma data de validade para os seus produtos, tornando-os obsoletos rapidamente, visando maior rotatividade de capital na economia.

Estes lixos, quando descartados incorretamente, liberam no solo metais pesados presentes nesses componentes como mostra o quadro 01:

Quadro: 01: Elementos Químicos contidos em Lixo Eletrônico

Elemento	Onde é encontrado	Danos causados
Chumbo	Computadores, celulares e televisões	Danos aos sistemas nervoso e sanguíneo
Mercúrio	Computadores, monitores e tvs de tela plana	Danos cerebrais e ao fígado
Cádmio	Computadores, monitores antigos e baterias de notebooks	Envenenamento, danos aos ossos, rins e pulmões
Arsênio	Celulares	Doenças de pele, prejudica o sistema nervoso e pode causar câncer no pulmão
Berílio	Computadores e celulares	Câncer no pulmão
Retardante de chamas(BRT)	Diversos componentes eletrônicos para prevenção de incêndios	Desordens hormonais, nervosas e pulmonares
PVC	Fios, para isolamento elétrico	Se queimado e inalado, pode causar problemas respiratórios
Lítio	Pilhas e baterias	Afeta o sistema nervoso central, gerando visão turva, ruídos nos ouvidos, vertigens, debilidade e tremores
Níquel	Pilhas e baterias	Dermatites, distúrbios respiratórios, gengivites, "Sarna de níquel", efeitos carcinogênicos, cirrose e insuficiência renal
Zinco	Pilhas e baterias	Vômitos e diarreias
Cobalto e compostos	Baterias de lítio	"Sarna do cobalto", conjuntivite, bronquite e asma
Bióxido de manganês	Pilhas alcalinas	Anemia, dores abdominais, vômitos, crises nervosas, dores de cabeça, seborréia, impotência, tremor nas mãos, perturbação emocional

Fonte: Greenpeace e eWast Guide apud Bogarim, Larrea e Ghinozzi (2015)

Como visto na tabela, computadores, celulares, notebooks, pilhas e baterias são os principais materiais que apresentam elementos causadores de doenças. Se esse lixo não passar por um tratamento adequado trará perigo a sociedade.

A principal forma de contato se deve aos lixões, onde catadores possuem contato direto, além das comunidades próximas que utilizam recursos naturais contaminados. Essa contaminação ocorre no descarte inadequado no lixo comum, as substâncias químicas (como mercúrio, cádmio, arsênio, cobre, chumbo, alumínio etc.) presentes nos eletrônicos penetram no solo e ao entrar em contato com lençóis freáticos contaminam plantas e animais por meio da água. Portanto, através do consumo desses alimentos o ser humano pode desenvolver problemas de saúde graves como câncer, problemas no sistema nervoso, digestório, doenças de pele, entre outros (FAVERA, 2014).

A contaminação também pode ser através da manipulação direta de placas eletrônicas e outros componentes que são compostos por substâncias químicas agressivas a pele, como o arsênio, o níquel e o cobalto. Outro risco é proveniente a incineração desse lixo, pois “a queima de cloretos halogenados e brometos usados como retardantes de chamas em plásticos formam dióxidos e furanos componentes altamente tóxicos que são levados pelos ventos e atingem comunidades que habitam as regiões próximas aos depósitos de lixo.” (FAVERA, 2014, p. 5).

Portanto, a reutilização desse lixo eletrônico e seu descarte adequado trazem a oportunidade de aprender e ao mesmo tempo desenvolver o senso de sustentabilidade, de consciência que esses recursos são indispensáveis para o cotidiano de toda população.

Peças como o dínamo (pequenos motores), coolers, leds, fios, baterias de notebooks, motores vibracall de celulares, por exemplo, podem ser reutilizados na construção de diversos projetos robóticos como o ventilador de mesa e mini- aspirador (com o cooler do computador e motores), robôs fixos que demonstram a energia eólica (com motores de computadores), robô artrópode (com o motor vibracall de celulares), tabela periódica interativa (com os leds e fios), misturador de substâncias (com motores encontrados em dvd's e impressoras) entre outros. Com isso, a robótica sustentável possibilita diversas formas de aprendizagem para os docentes e pode proporcionar um enriquecimento não apenas pedagógico, mas crítico e consciente sobre a sustentabilidade além de buscar a motivação dos alunos para aulas dife-

renciadas e trazer uma maior compreensão dos conteúdos de química relacionados a eles.

Baldow e Leão (2017) desenvolveram em uma escola pública do estado da Paraíba, juntamente com dez estudantes, uma pesquisa sobre protótipos de Robótica Sustentável. Esses artefatos tiveram como base o lixo eletrônico e materiais de baixo custo. Para a prática desta robótica eles recolheram vários computadores que seriam descartados na escola e separaram peças e materiais que tinham utilidade para os experimentos. Segundo Baldow e Leão (2017, p. 702):

A atividade com a Robótica Sustentável proporcionou aos alunos um momento de trabalho em equipe e de aprendizagem sobre a importância da sustentabilidade, tanto no que diz respeito à reutilização dos materiais, como o local certo de jogar fora com o intuito de diminuir o impacto ambiental que o lixo, principalmente o eletrônico, tem proporcionado devido seus elementos tóxicos.

Ao analisar as diferentes formas de se abordar a robótica no âmbito escolar e suas implicações na construção do conhecimento e os sérios problemas ambientais com o lixo eletrônico fica claro que:

O uso do lixo eletrônico em oficinas de robótica educacional para professores e alunos do ensino fundamental, além de promover a conscientização quanto ao uso e descarte de equipamentos eletrônicos, pode contribuir para o desenvolvimento da criatividade associada aos conhecimentos adquiridos na escola. Neste último aspecto, pode estimular os alunos para o aprendizado de Matemática e Ciências, integrando conceitos e mostrando a sua importância na solução de problemas do mundo real. (CELINSKI et al., 2012, p. 7)

Logo, a Robótica Sustentável é uma alternativa para o ensino de diversas disciplinas, não aparentemente ligada apenas à matemática ou a física, mas abrangente a diversos temas como qualidade de vida, sustentabilidade, composição do lixo, entre outros, bem como outras ciências como química e biologia, por exemplo. Nesta prática, o aluno tem uma consciência ambiental, pois utiliza a sucata na construção de seus protótipos e estes podem ser simples ou complexos dependendo da criatividade e do conhecimento que o aluno irá desenvolver. Baldow e Leão (2017, p. 700), baseados em Bogarim et al (2015), afirmam que “O trabalho com a Robótica Sustentável contribui com a diminuição do impacto ambiental, no momento que reutiliza lixos eletrônicos. Além disso, é uma atividade de baixo custo”.

Por fim, é importante salientar que para Mill (2013) em qualquer um dos casos, a robótica pedagógica pode criar um ambiente dinâmico de aprendizagem ao trabalhar diferentes graus de interação entre educandos e educadores. Essas práticas no espaço escolar enriquecem não só o aprendizado, mas traz a oportunidade de autoestima e motivação. Por isso, em suas diversas abordagens a robótica em si é uma ferramenta valiosa para o processo de ensino e aprendizagem.

3 METODOLOGIA

3.1 NATUREZA DA PESQUISA

Este estudo terá como natureza de pesquisa um trabalho quantitativo-quantitativo que consiste em uma investigação científica de cunho exploratório, porém descrevendo o processo vivenciado, focando no caráter individual, estudando as particularidades e experiências individuais de cada participante.

3.2 SUJEITOS

A pesquisa foi realizada com 10 estudantes do Ensino Fundamental de uma escola privada do estado de Pernambuco localizada na cidade de Camaragibe, em que o professor/autor da pesquisa leciona a disciplina de química. Os alunos foram escolhidos devido à apresentação do projeto e seu interesse em participar voluntariamente do estudo.

3.3 PROCEDIMENTOS

As etapas de investigação foram as seguintes:

- ✓ Revisão bibliográfica sobre a Robótica na Educação e Robótica Sustentável;
- ✓ Autorização da direção da escola para a realização do projeto;
- ✓ No primeiro momento foram realizadas as reuniões (cinco ao todo) para a discussão dos conteúdos como: aplicação da química no conceito de robótica, lixo eletrônico, pilhas e baterias e sustentabilidade.
- ✓ O segundo momento foi marcado pela construção dos três modelos robóticos: o robô artrópode, o robô imóvel de energia eólica e o robô de antena Bluetooth. Além da apresentação do tema pelos alunos. Esta etapa foi vivenciada em 05 reuniões;
- ✓ Na última aula foi entregue aos estudantes um questionário (apêndice A) com cinco perguntas sobre a aplicação da robótica sustentável e como ela ajudou no conteúdo de química.

- ✓ Após a finalização das atividades foi realizado a análise e interpretação dos dados.

3.4 INSTRUMENTO DE PESQUISA

Neste trabalho foi realizado uma observação participante sobre uma atividade em sala de aula com a robótica sustentável ao se basear no “contato direto do pesquisador com o fenômeno observado para obter informações sobre a realidade dos atores sociais em seus próprios contextos” (DESLANDES *et al.*, 1994, p. 59). Thiolent (2007) comenta que a pesquisa participante baseia-se numa metodologia de observação em que os pesquisadores estabelecem relações comunicantes com pessoas ou grupos que estão sendo investigados. Deslandes *et al.* (1994) afirma que o observador, nesse processo, pode modificar e ser modificado ao possibilitar sua interação ativamente na aplicação e conclusão desta prática.

Foi aplicado um questionário que, junto com a observação participante, ajudaram a coletar os dados para as análises. Sobre o questionário, Gil (1999, p. 128) destaca que ele é visto “como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc.”.

O questionário aplicado apresenta cinco questões abertas com justificativas. As respostas dos alunos foram classificadas de acordo com suas pontuações e afinidades. Segundo Bardin (2011) o que permite o agrupamento dessas respostas é a parte em comum existente entre elas. Logo, a análise do questionário baseia-se na classificação das respostas por categorias.

4. Desenvolvimento, Resultados e Discussões

Depois de um estudo teórico sobre a Robótica Sustentável, foi realizada uma investigação prática dessa área em um laboratório onde o professor/observador buscou conhecer os conceitos de robótica e entender sobre a utilização de algumas peças em projetos com lixo eletrônico conforme mostra a figura 08.

Figura 08: Primeiro momento de aprendizado sobre a reutilização de e-lixo no laboratório



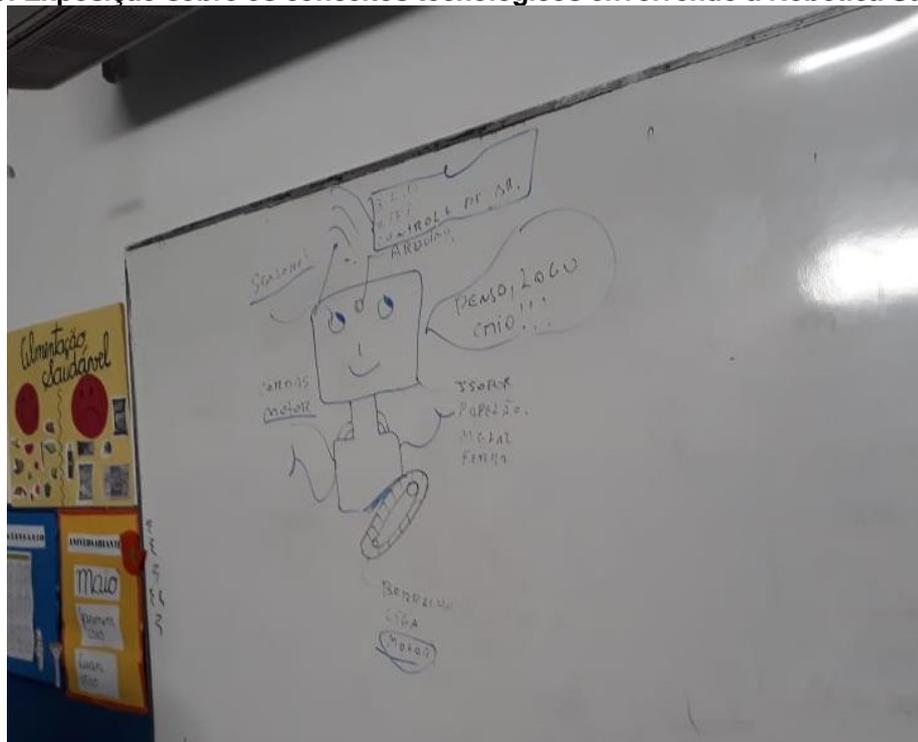
Fonte: O autor

Após esse estudo, o professor/observador reuniu dez alunos do 9º ano do ensino fundamental de uma escola privada da cidade de Camaragibe-PE, onde os mesmos aderiram de forma voluntária participar de reuniões (10 encontros ao todo), com o objetivo de aprender química através do estudo e da construção de modelos robóticos a partir do lixo eletrônico.

Na primeira etapa do projeto, ocorreu o primeiro contato entre o professor e os alunos, quando o mesmo fez algumas perguntas sobre o envolvimento desses estudantes com a tecnologia e se eles sabiam qual a finalidade do projeto que seria realizado. A figura 09 mostra algumas anotações que foram feitas no quadro. Todos os alunos afirmaram que eles usavam computadores, celulares e aparelhos eletrôni-

cos constantemente em seu dia a dia e a partir do momento que o professor começou a falar sobre o lixo eletrônico, muitos ficaram surpresos com a quantidade de lixo produzido no país. O professor seguiu com as reuniões elencando temas relacionados ao lixo eletrônico como, por exemplo, a contaminação do solo, dos lençóis freáticos e a queima de materiais que produzem a poluição do ar através de fumaça tóxica. Também foram trazidos nesse momento os componentes desse lixo tóxico através de apresentação em slides, em que foi feita uma introdução sobre a reutilização do lixo eletrônico na robótica. Nas reuniões foram discutidos os seguintes temas: substâncias tóxicas presente em sucata; a ação dessas substâncias no meio ambiente; poluição e fontes de energia limpa; a importância do descarte adequado desses materiais, pilhas e baterias; e a contaminação do solo e dos lençóis freáticos e qualidade de vida.

Figura 09: Exposição sobre os conceitos tecnológicos envolvendo a Robótica Sustentável.

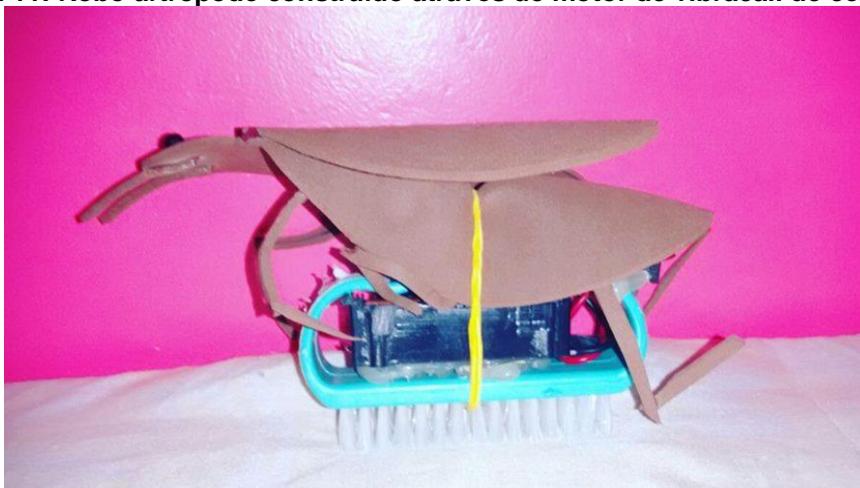


Fonte: O autor

O que se observou na primeira etapa foi à dificuldade de alguns alunos com os temas de química, principalmente em relação ao conteúdo das reações de oxidação das pilhas e baterias, e os processos de contaminação dessas substâncias no meio ambiente. Houve dificuldades em entender, por exemplo, o balanceamento das equações e o processo de transformação de energia química em energia elétrica.

trução do protótipo, como também ficaram surpresos com a possibilidade de construir um robô com peças de celulares que antes seriam descartados por apresentarem a tela estilhaçada ou porque já estavam quebrados. Também houve alunos que trouxeram celulares que foram descartados apenas por serem obsoletos, ou seja, não tinham muitas funções e por isso não estavam sendo usados em casa. Com isso, a constatação mais estabelecida por eles foi à consciência do descarte inadequado desse equipamento e a percepção de que é preciso repensar os hábitos, pois se descartado em local inadequado poderia causar danos à saúde humano e contaminar o solo, a água e todos aqueles que posteriormente utilizassem estes recursos. Também foi pontuada a questão da obsolescência planejada, algo que eles nem sabiam que era tão comum em seu cotidiano, pois a maioria deles percebeu o quanto desperdiçam materiais apenas por modismo, querendo sempre modelos novos de celulares. Com tudo isso, esse projeto trouxe aos discentes a oportunidade de conhecer temas, discutir e repensar suas próprias ações em relação ao uso de eletrônicos e seu descarte.

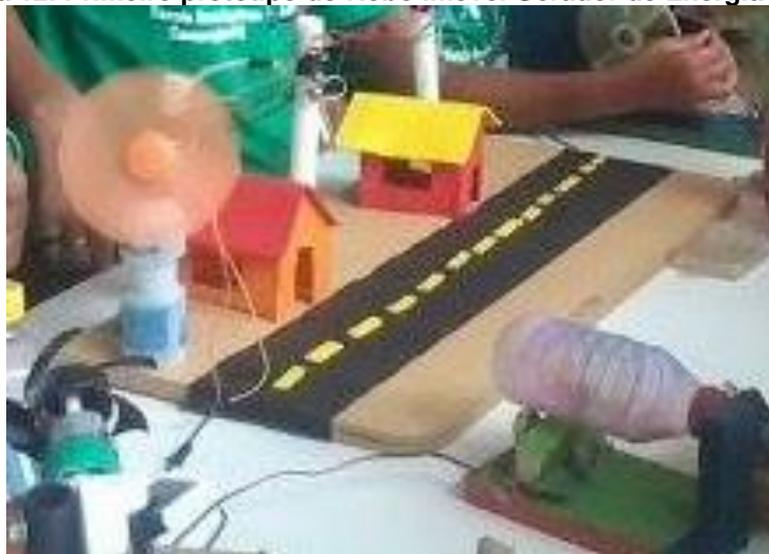
Figura 11: Robô artrópode construído através de motor de vibracall de celulares.



Fonte: O autor

O segundo protótipo foi o robô imóvel gerador de energia eólica (figura 12), que é formado por um *cooler* de computador e motores de impressoras e DVD's. Este artefato consiste numa turbina que, através da conversão da energia mecânica dos ventos, produz energia elétrica que ascende toda uma maquete onde foram colocadas casas feitas de material emborrachado e postes de canos de PVC com Led's. Neste, foram debatidos os seguintes temas: Poluição do ar, composição desses poluentes e novas tecnologias para as fontes de energia limpa.

Figura 12: Primeiro protótipo do Robô Imóvel Gerador de Energia Eólica.



Fonte: O autor

A cada projeto os alunos ficaram mais entusiasmados no desenvolvimentos dos protótipos, sendo possível identificar que diante de algumas dificuldades, como a montagem dos fios e a fixação do cooler em um motor mais potente, os alunos conseguiram não apenas resolver, mas aprimorar a maquete (figura 13). Segundo eles, era possível construir uma maquete maior, com mais postes que ascendem a partir do momento que o cooler gira o motor com mais energia. Logo, os alunos retornaram ao estudo sobre as energias limpas e perceberam que a energia eólica não gera poluentes para o solo, nem para os lençóis freáticos e que se a usássemos em nosso dia-a-dia haveria uma redução significativa na emissão de gases tóxicos como o dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), óxidos de enxofre (SO_x), que são gases prejudiciais a saúde humana e ao meio ambiente. Além disso, se preocuparam em compor novas alternativas para seu uso, pois observaram que podiam desenvolver novos experimentos com o mesmo princípio de energia eólica. Nessa perspectiva, é importante salientar que os alunos sempre discutiam a continuidade da pesquisa mesmo após a conclusão dos três protótipos. Ou seja, eles concluíram que as aulas de química usando a robótica como base tornaram-se mais interessantes. O ambiente deixou de ser considerado muitas vezes monótono e passou a ser um ambiente de constante pesquisa e descoberta. A busca por novas ideias e novas abordagens trouxe um enriquecimento satisfatório tanto para o professor quanto para os alunos.

Figura 13: Robô Imóvel Gerador de Energia Eólica finalizado.

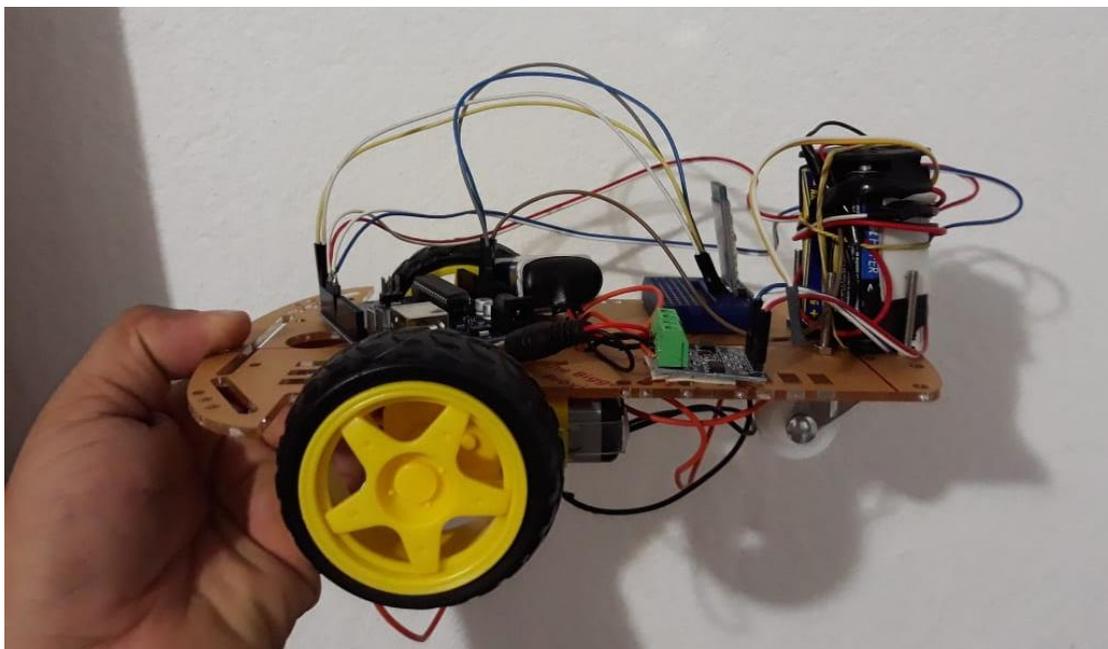


Fonte: O autor

No terceiro artefato, o carro de controle via *Bluetooth* (figura 14), foram usadas peças de carrinho de controle remoto, motores retirados de DVD's e impressoras, fios retirados dos equipamentos eletrônicos, uma placa de programação Arduino e o dispositivo Bluetooth para que o mesmo fosse controlado por celular. É importante ressaltar que mesmo usando a placa de Arduino e algumas peças que foram compradas, não foi necessário que os estudantes soubessem a linguagem de programação, pois a placa serviu apenas para que fosse instalado o sensor *Bluetooth*. Para esse projeto, o professor contou com a ajuda de um docente de robótica que auxiliou no processo de construção do robô. Nessa prática, o professor trabalhou a composição das pilhas e baterias, as reações de oxidação e produção de energia química, discutindo sobre o descarte desse material em locais adequados com os chamados "papa-pilhas". Neste o último protótipo os alunos se dedicaram ao máximo na sua execução. Inicialmente foi observado que eles estudaram bastante para a

produção do protótipo. Foram necessários dois encontros para que o artefato fosse finalizado.

Figura 14: Carro de Controle via Bluetooth



Fonte: O autor

Após o término dos três protótipos, faltavam apenas dois encontros para a finalização da pesquisa. Portanto, os alunos estavam preparando a apresentação deles numa proposta de exposição dos resultados (Figura 15). Essa apresentação teve o objetivo de demonstrar todos os conteúdos vivenciados e possibilitar que outras pessoas tivessem o conhecimento dos riscos que o lixo eletrônico pode causar a qualidade de vida e ao meio ambiente. A apresentação ocorreu na escola, no evento chamado Expocetil. O evento trata de exposições que os alunos realizam no decorrer do ano letivo. Porém, no caso do projeto vivenciado, como ele seria aplicado apenas até a finalização do projeto, a direção, o professor e os alunos anteciparam a realização para que pudessem compartilhar seus conhecimentos com o corpo escolar.

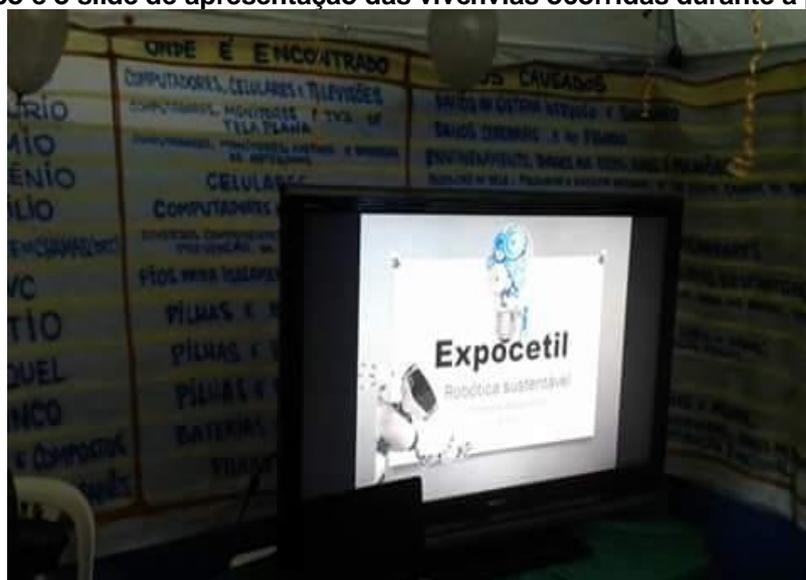
Figura 15: Apresentação da pesquisa sobre Robótica Sustentável.



Fonte: O autor

Com muito entusiasmo montaram-se duas tendas no pátio da escola. Para a decoração externa foram reutilizados materiais como o isopor das engrenagens, as letras metalizadas e os tecidos de projetos anteriores. Além disso, na parte exterior foi feito um adesivo de robô para que os alunos pudessem colocar o rosto e tirar fotos, no interior da barraca foi colocada a tabela demonstrando os dados sobre as substâncias tóxicas encontradas nos equipamentos eletrônicos e os danos causados ao ser humano (figura 16), além de expor os artefatos e apresentar as informações obtidas através de slides. Esta apresentação ficou restrita aos alunos e professores e cada docente e sua turma passaram para prestigiar a apresentação.

Figura 16: Parte interna da tenda com a tabela de substâncias tóxicas componentes do lixo eletrônico e o slide de apresentação das vivências ocorridas durante a pesquisa.



Fonte: O autor

O dia da exposição foi de extrema importância, pois todos os alunos puderam relatar suas experiências e seu aprendizado, instigando outros alunos a buscar o conhecimento, pois eles questionaram se o professor também realizaria este projeto em suas turmas. Com isso, foi observado o domínio do conteúdo, a capacidade de desenvolvimento de cada indivíduo e o interesse de outros estudantes em desenvolver projetos de robótica.

Três semanas depois da realização da prática, foi aplicado um questionário com os estudantes que participaram da atividade. A partir das respostas dos alunos nas cinco perguntas, foi feita a categorização desses dados de forma que ficaram organizados em quadros com a identificação dos estudantes enumeradas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10) para que o anonimato fosse respeitado.

O objetivo do questionário foi investigar se a partir da prática realizada os estudantes conseguiram compreender não apenas os conteúdos de química como também discutir e relacioná-los ao cotidiano, com a finalidade de verificar a eficácia de uma nova abordagem da Robótica Sustentável para o Ensino de Química. No quadro 02, estão às respostas da primeira pergunta.

QUADRO 02: Categorização das respostas referentes à questão 01.

Categorias de respostas	Estudantes	Frequências das respostas	%
Sim, pois a partir do projeto conseguimos aprender sobre o lixo eletrônico e as diversas substâncias tóxicas contidas nele.	1, 2, 6, 8 e 9	5	50
Sim, pois aprendemos sobre as baterias e pilhas, balanceamento de equação, oxidação, sustentabilidade e novas formas de energia que emitem menos poluentes a partir da construção dos protótipos de robótica sustentável.	3, 4, 5 e 7	4	40
Sim. Eu não sei química e estava com medo porque também não sei mexer em ferramentas, mas com o desenvolvimento do protótipo em grupo eu tirei minhas dúvidas com meus colegas e com o professor e co-	10	1	10

mecei a entender.			
-------------------	--	--	--

No primeiro momento, o professor discutiu com os alunos a ideia do tema do projeto, ou seja, o uso da robótica sustentável para o ensino de química. Na discussão foi possível notar que os alunos não apenas se sentiram motivados na aplicação do projeto como participaram do debate trazendo seus pontos de vistas. Portanto a robótica no espaço escolar não proporciona o aprendizado unidirecional, ela envolve discussões e contextos amplos em todas as disciplinas.

Os estudantes 1, 2, 6, 8 e 9, no quadro 02, afirmaram que a partir do projeto desenvolveram um senso crítico sobre o lixo eletrônico e as substâncias tóxicas presentes. Neste diálogo, podemos concluir que os estudantes reforçam a ideia de que a química pode ser trabalhada a partir de protótipos robóticos e com isso a visão de responsabilidade e respeito pelo meio ambiente. Essa última questão também foi anexada à pesquisa, pois fez com que eles repensassem suas ações e entendessem que o lixo eletrônico traz graves problemas à população direta ou indiretamente. Assim, é imprescindível essa contextualização em sala de aula, pois usando a robótica o aluno pode se instruir e levar esse aprendizado para a vida.

Voltando ao pensamento de Zilli (2004), reafirmamos que a robótica é uma ferramenta pedagógica que permite múltiplos ensinamentos. No quadro 02, observamos que os estudantes 3, 4, 5 e 7, comentam sobre a aplicação da química no estudo das pilhas e baterias, balanceamento de equação, oxidação, sustentabilidade e fontes de energia limpa a partir da construção desses robôs. É importante destacar que eles também explicam que isso foi possível, porque aprenderam de forma lúdica ao envolverem-se no trabalho e aplicando os conhecimentos adquiridos. Baldow e Leão (2017) pontuam que a partir do conceito de construcionismo de Papert, as tecnologias são ferramentas multidisciplinares e construtivas, pois a partir do momento que se traz inovações ao ambiente escolar, os discentes participam das práticas e se motivam a aprender. Portanto, o aproveitamento escolar se torna mais eficiente no decorrer das aulas.

O Estudante 10 discute que no início do projeto acreditava que não seria capaz de desenvolvê-lo, pois devido a sua dificuldade em química e por não saber utilizar ferramentas não saberia como montar os robôs e não entenderia os conteúdos.

Porém, no decorrer do projeto e com a ajuda do professor e dos alunos foi possível aplicar os conhecimentos de química no cotidiano e pôde entender que o bom aluno não é aquele que faz apenas o que o professor propõe, ele vai além. O aluno deve ser um ser ativo e sua criatividade e curiosidade desenvolve o aprendizado. Logo, o professor torna-se apenas um ponto de partida, e não um caminho pré-definido onde os alunos seguem suas lições. O educador e os estudantes precisam ser parceiros neste processo de adquirir conhecimento (OLIVEIRA, 2014).

QUADRO 03: Categorização das respostas referentes à questão 02.

Categorias de respostas	Estudantes	Frequências das respostas	%
Sim, pois não existem muitos pontos de coletas por isso o lixo eletrônico deveria ser colocado separadamente do lixo comum, e na coleta do lixo o pessoal levaria ele para as empresas que a gente viu que faz o processo inverso da montagem desses materiais, até porque nesse lixo também tem metais preciosos, então elas também ganhariam com essa ação.	4, 5 e 7	3	30
Sim, porque existem poucos pontos de coletas. Além disso, se os professores pegassem esse lixo e trabalhassem com ele construindo protótipos como a gente fez, poderia reduzir a quantidade de lixo e ainda ensinava as pessoas que ele pode prejudicar a elas e ao meio ambiente.	1, 6 e 10	3	30
Sim, poucas pessoas sabem dos riscos do lixo eletrônico e acabam jogando esses materiais em qualquer lugar. Por isso, é preciso colocar pontos de coletam em todas as cidades, poderia ser igual ao papa-pilhas. Deixava uma caixa grande no meio da estação do metrô para o pessoal jogar fora esse lixo e depois alguma empresa de reciclagem poderia coletar esse lixo lá.	2, 3, 8 e 9	4	40

O lixo eletrônico foi um dos temas mais discutidos, pois os alunos não esperavam que as informações discutidas estivessem tão próximas a sua realidade. O processo de reutilização iniciou-se através da coleta desses equipamentos nas residências e comunidade, logo eles entenderam a gravidade do problema pela quantidade de lixo encontrado.

No quadro 03, os alunos 2, 5 e 6 comentam sobre a necessidade de reutilizar o lixo e compreender sua composição, pois assim será capaz de prevenir doenças causadas pelo contato direto com esses equipamentos. E isso fica evidenciado principalmente no estudo da composição de aparelhos celulares, computadores etc., visto que eles apresentam substâncias tóxicas capazes de causar, por exemplo, o câncer de pele, entre outras doenças.

Nesse relato, podemos entender o quanto a robótica pode ajudar os alunos a serem mais críticos e perceptivos a questões ambientais e como ela ajuda no conhecimento de química, pois a partir desse projeto notou-se o quanto os alunos foram capazes de criar e compreender o sentido da reutilização do lixo, os danos que ele pode causar a saúde e todos os seus componentes. O professor neste sentido precisa estar preparado, pois a sua didática é de extrema importância, já que também é por meio dela que o aluno se sentirá capaz de produzir e desenvolver o projeto.

O docente, por sua vez, continua preparando e planejando suas aulas, mas sua meta deve ser produzir o máximo de aprendizagem com o mínimo de ensino. Aprender conceitos básicos de funcionamento dos robôs é totalmente válido e necessário, para isso, nada melhor do que um professor com uma boa didática (OLIVEIRA, 2014, p. 22).

No mesmo quadro os estudantes 4, 7 e 10 afirmam a importância de cuidar do meio ambiente e se conscientizar sobre a reutilização do lixo eletrônico e a sustentabilidade. Eles também comentam que a partir do ensino de química, de forma lúdica construíram robôs com peças desse lixo, o que torna essa prática nas aulas de química mais interessante. Nesse discurso, vemos a preocupação do docente em se auto avaliar. Ele por si só já entende a necessidade de reaproveitamento e descarte adequando do lixo. Sua preocupação com essas ações foi baseada no entendimento de que vivemos em sociedade e tudo o que fazemos prejudica não só a nós como indivíduos, mas também a outras pessoas.

Os estudantes 1, 3, 8 e 9 pontuam que a reutilização do lixo previne o descarte inadequado em lixões, logo fazendo o uso desses equipamentos em aulas de robótica pode-se impedir impactos ambientais como a contaminação da água e do solo. Esses conteúdos foram discutidos nas reuniões onde se debateram os tipos de substâncias poluentes contidas nesses equipamentos como pilhas, baterias, televisores, monitores etc. Portanto, estes alunos demonstram uma apreensão não apenas com a reutilização, mas com os danos que esses equipamentos podem causar se forem descartados no lixo comum. Para isso, sua utilização em sala de aula e o estudo dos seus componentes compõem o processo de aplicação do conhecimento de química nessa prática.

Por fim, sinaliza-se que o ensino de química e sua participação nos protótipos robóticos desenvolveram nos alunos um senso de conscientização e preocupação em reutilizar o lixo de forma que ele não agrida o meio ambiente nem os seres vivos que consomem esses recursos.

QUADRO 04: Categorização das respostas referentes à questão 03.

Categorias de respostas	Estudantes	Frequências das respostas	%
Sim, tive dificuldades, pois tinha vergonha de perguntar o que estava errado e acabei desistindo de completar o projeto até que o professor e um colega vieram me ajudar. Um ponto positivo foi que aprendi algumas coisas, como robótica, química etc., e um ponto negativo foi que não tenho habilidades com ferramentas e por isso não consegui realizar os projetos com perfeição.	10	1	10
Sim, tive poucas dificuldades, mas elas foram resolvidas quando fui até os meus colegas que já estavam com os projetos prontos e descobri o que tinha feito de errado. Existe apenas um ponto negativo a falta de tempo para montar mais projetos e com isso aprender mais com a robótica. E o ponto positivo é que a partir desse projeto temos agora uma nova visão sobre o lixo, ele passou a ser algo útil para nós, pois com ele podemos construir diversos robôs e aprender diversos conteúdos de química.	2, 6	2	20
Não tive dificuldades, pois trabalhei em conjunto e sempre tirei minhas dúvidas. Também ajudei meus colegas na construção dos seus robôs e com isso pude aprender a resolver problemas e discutir soluções possíveis para consertar o que	1, 3, 4, 5, 7, 8, 9	7	70

<p>estava errado. Em relação aos pontos negativos eu não tenho o que dizer, pois só encontramos pontos positivos, o principal foi fazer a aula se tornar mais legal, pois aprendemos brincando e construímos vários robôs.</p>			
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

Reforçando o que Mil e César (2013) afirmaram sobre a prática de robótica estar ligada ao construcionismo piagetiano e ao sociointeracionismo vigotskiano podemos alegar que mesmo com as dificuldades houve a interação entre os educandos e o educador e, com isso, os protótipos foram sendo produzidos ao tornar o ambiente um espaço de conhecimento e criatividade e, ao mesmo tempo, desenvolver o potencial e a inteligência dos participantes.

Como foi visto no quadro 04, em relação aos dados do questionário alguns alunos tiveram dificuldades na montagem dos robôs. O Estudante 10 (E10) afirmou que teve dificuldades e que no começo não se sentiu apto a construir robôs. Pensou até mesmo em desistir, porém, com a ajuda dos outros alunos e do professor, ele conseguiu superar todos os problemas e terminar o protótipo. O ponto positivo evidenciado por esse aluno foi a descoberta de novos conhecimentos sobre a química, a robótica etc., já o ponto negativo comentado estava relacionado à falta de prática com algumas ferramentas, mas mesmo não realizando o projeto “com perfeição”, ele conseguiu aprender diversos conteúdos e contextos que serão usados na disciplina e em seu cotidiano.

Os Estudantes 2 e 6 também comentaram que tiveram dificuldades, mas que como os demais, aprenderam os conceitos de química e de robótica e, a partir do auxílio do grupo, foi possível consertar os protótipos e aprender com suas falhas. Em relação aos pontos negativos e positivos, os estudantes concordam que gostariam de ter mais tempo para desenvolver novos robôs e assim poder aprender mais conteúdos com a robótica como ferramenta pedagógica. Além disso, a visão de lixo eletrônico foi totalmente alterada, pois agora os alunos compreendem sobre sua reutilização e descarte.

Os demais sete estudantes (1, 3, 4, 5, 7, 8 e 9) pontuaram que mesmo não tendo muitas dificuldades na construção dos robôs, tiveram uma participação importante na prática. Eles se dedicaram a ajudar aqueles que estavam com problemas e auxiliaram no desenvolvimento do aprendizado. É importante destacar que até nas discussões dos temas de química foi possível ver o empenho do grupo em ajudar o

outro na compreensão dos conteúdos e assim estabelecerem uma relação muito íntima de amizade e companheirismo. Portanto, essa contribuição entre os estudantes durante o processo está de acordo com o que D' Abreu (2008), segundo Oliveira (2014), comentou que o uso da robótica proporciona situações de aprendizagem e, com isso, os alunos poderão avaliar os resultados ao colocar em prática as suas ideias e testar suas hipóteses. Sendo assim, isso faz com que os educadores e educandos manipulem esses conceitos científicos de forma mais concreta. Possibilita, desse modo, a interação e o sucesso do projeto, pois mostra que as dificuldades podem ser extintas a partir do momento que se permite aprender. Tirar as dúvidas e pedir ajuda faz parte desse processo, o aprendizado começa a partir do momento em que há a troca de informações. Conseqüentemente isso resulta na solução do problema e na discussão de como foi possível resolver as dificuldades através da participação de todo o grupo.

Em relação aos Pontos positivos e negativos questionados, os alunos comentam que em seus pontos de vista só tiveram pontos positivos, pois o projeto tornou as aulas mais interessantes. Nota-se nesse comentário a importância de serem trabalhadas novas abordagens, pois o ensino de química pode parecer complexo no início, porém através dessas práticas envolvendo tecnologia e robótica, que atualmente são ferramentas atraentes aos alunos e estão presentes no seu cotidiano, é possível trazer o empenho desses docentes na busca pelo aprendizado.

QUADRO 05: Categorização das respostas referentes à questão 04.

Categorias de respostas	Estudantes	Frequências das respostas	%
A parte mais importante foi à apresentação dos resultados, nessa parte podemos levar nosso conhecimento às demais pessoas e mostrar a elas o quanto nossos hábitos podem trazer problemas no futuro. A partir do que aprendemos sobre química e sobre o lixo eletrônico nossa visão e a de quem participou do projeto mudou completamente. Durante a observação de todo o processo, foi possível perceber que a gente passou a olhar os equipamentos eletrônicos de forma diferente como, por exemplo, ao visualizar um computador ou um celular e dizer: “nossa eu posso construir tal coisa com isso”, ou “eu encontro tal peça nesse equipamento”, ou “esse material tem tal substância que pode causar	1, 2, 3, 5, 8, 9	6	60

<p>tal doença”, “então tenho que ter cuidado e descartar ele em um lugar seguro”. E a partir disso aprender a cuidar do ambiente através do descarte do lixo eletrônico ou construindo robôs que nos traz todo esse conhecimento de forma divertida.</p>			
<p>Claro que a apresentação foi importante, como foi um choque pra gente saber de tantas coisas relacionadas ao lixo eletrônico também foi para quem veio assistir a apresentação. Eu me senti orgulhoso por poder passar tanta informação e as pessoas estarem realmente prestando atenção. Além disso, nunca me imaginei apresentando algo falando de química, mas a partir do projeto eu entendi assuntos como balanceamento de reações, composição de substâncias, enfim, eu nunca pensei que pudesse entender sobre essas coisas e agora parece algo fácil. Mostrar as pessoas que foi possível aprender construindo robôs foi a melhor parte e todos gostaram do projeto, eu espero que mesmo que o projeto esteja finalizado a gente dê continuidade porque já estou pesquisando muitas coisas para construir nas aulas de química.</p>	4, 6, 7, 10	4	40

Como visto no quadro 05, todos os alunos concordaram que apresentar este conteúdo aos demais alunos e professores da escola foi produtivo, pois além de dar a oportunidade de mostrar tudo o que eles aprenderam e desenvolveram no projeto, permite que haja a discussão sobre o lixo eletrônico, as substâncias presentes e os danos que podem causar à saúde e ao meio ambiente, além de evidenciar a questão do descarte adequado desse lixo.

No mesmo quadro, os estudantes 1, 2, 3, 5, 8 e 9 comentam que para eles a apresentação do projeto foi à etapa mais importante. Segundo eles, a visão não apenas de quem vivenciou, mas de quem assistiu à apresentação, mudou completamente em relação ao lixo eletrônico, pois os mesmos passaram a se questionar sobre sua reutilização e seu descarte. Logo, nota-se que o projeto não se resumiu apenas à construção dos protótipos, mas também a expor os resultados e discutí-los. E isso proporcionou aos discentes um estímulo para o aprendizado, à conscientização de seus atos e o cuidado com o meio ambiente.

Já os alunos 4, 6, 7 e 10 (quadro 05) observaram que assim como eles, os ouvintes do projeto também se surpreenderam com as informações apresentadas e

também aprenderam sobre os conteúdos de químicas abordados em cada um dos robôs apresentados. Os estudantes também comentam que estavam satisfeitos, pois não imaginavam que poderiam aprender química nem muito menos achar o conteúdo “fácil” e que a maior realização deles foi poder mostrar às pessoas que foi possível estudar durante a construção dos robôs. Esse último relato traz consigo a discussão de que é satisfatório para o aluno mostrar que conseguiu aprender. A disciplina de química, como já discutido anteriormente, é vista como uma disciplina difícil ou muitas vezes vista apenas na teoria. Trazer à realidade do aluno a vivência dos temas vinculados a essa disciplina proporciona uma visão de utilidade e despertada o interesse. Também é importante destacar a necessidade de continuidade do projeto de robótica, pois se não fosse isso haveria uma quebra no entusiasmo dos alunos. Vale comentar que na última reunião os alunos trouxeram outros modelos robóticos. E eles mesmos pesquisaram para serem aplicados na disciplina como, por exemplo, a tabela periódica interativa (figura 17), este protótipo foi baseado no projeto apresentado por Lima et al. (2012), pesquisado pelos alunos que propõem a construção desse protótipo nas aulas de química.

Figura 17: Modelo da Tabela Periódica Interativa



Fonte: Lima et al. (2012)

A reunião de finalização do projeto na verdade foi uma rerepresentação de novos protótipos que os próprios alunos sugeriram para as próximas aulas. Eles evidenciaram que o objetivo deles é no final do segundo semestre poder apresentar novos artefatos, pois pretendem, como turma do 9º ano que estão se despedindo da escola, levar o máximo de informação aos demais e aprender química nesse processo.

QUADRO 06- Categorização das respostas referentes à questão 05.

Categorias de respostas	Estudantes	Frequências das respostas	%
Sim, pois não existem muitos pontos de coletas por isso eu acho que o lixo eletrônico deveria ser colocado separadamente do lixo comum, e na coleta do lixo o pessoal levaria ele para as empresas que a gente viu que faz o processo inverso da montagem desses materiais, até porque a gente estudou que nesse lixo também tem metais preciosos como o ouro, por exemplo, então eles também ganhariam com essa ação.	4, 5 e 7	3	30
Sim, porque existem poucos pontos de coletas. Além disso, se os professores pegassem esse lixo e trabalhassem com ele construindo protótipos como a gente fez, poderia reduzir a quantidade de lixo e ainda ensinava as pessoas que ele pode prejudicar a elas e ao meio ambiente. Por isso, eu acho que a gente tem que focar em ensinar as pessoas a usar o máximo possível desse lixo e o que não der pra usar, elas podem procurar os locais de coletas para descartá-los.	1, 6 e 10	3	30
Sim, porque assim que estudamos o lixo eletrônico fiquei pensando onde deveríamos descartá-lo, já havia visto papa-pilhas pelas estações de metrô, mas nunca vi realmente um local onde tivesse alguma propaganda dizendo que faz a coleta desse lixo eletrônico. No início até achei que não importava onde ele seria descartado, mas quando fiquei sabendo dos riscos fiquei desesperado, o que mais me deixou assuado foi saber que tinham substâncias como o arsênio no celular e em como isso poderia causar algum dano às pessoas que manipulam esse lixo. Também compreendi que poucas pessoas sabem sobre esses riscos e por isso acabam jogando esses materiais em qualquer lugar. Por isso, é preciso colocar pontos de coleta em todas as cidades, poderia ser igual ao papa-pilhas... Deixava uma caixa grande no meio da estação do metrô para o pessoal jogar fora esse lixo e depois alguma empresa de reciclagem poderia coletar esse lixo lá.	2,3, 8 e 9	4	40

Segundo os alunos, no quadro 06, a falta de locais para descarte desse lixo eletrônico é um dos fatores responsáveis pelo acúmulo desse lixo em lixões ou em locais como esgotos, rios etc.

Os estudantes 4, 5 e 7, representados no quadro 06, discutem que é necessária a criação de novos pontos de coletas para o lixo eletrônico. Posto que para eles, além de não existirem muitos, seria preciso separá-los do lixo comum e destiná-los à empresas que realizam o processo de montagem inversa desses equipamentos. Ou seja, esse lixo deveria ser coletado por empresas que realizam o processo de manufatura reversa ou logística reversa. Com isso, as empresas também

teriam um rendimento com o reaproveitamento dos materiais encontrados nesse lixo.

Os alunos 1, 6 e 10, conforme visto no quadro 06, também pontuam a inexistência desses pontos de coletas. Segundo eles, os professores deveriam trabalhar com esse material para construir protótipos de robótica, conseqüentemente reduzir a quantidade de lixo e ainda trazer as informações necessárias às pessoas envolvidas. Logo, eles concluem que a partir desses projetos os indivíduos seriam capazes de repensar suas ações e fazer a reutilização e descarte inadequado desses materiais a partir do ensino de robótica sustentável.

Os estudantes 2, 3, 8 e 9, também comentam o descarte do lixo eletrônico. De acordo com seus relatos, no início eles não tinham a noção de onde descartar esse lixo e os impactos que ele poderia causar ao meio ambiente. Também evidenciaram a falta de popularidade com anúncios e propagandas que poderiam discutir a importância dessas práticas com o lixo eletrônico. Mas, no decorrer do projeto puderam aprender sobre as substâncias que compõe esse lixo, os resíduos que geram doenças graves e sugeriram que essas empresas poderiam disponibilizar a coleta desses materiais em locais públicos em que todos teriam acesso.

Nessa perspectiva, observamos no quadro 06 que todos os alunos concordaram que deveriam existir pontos específicos de coleta do lixo eletrônico, pois assim reduziriam em grande parte os danos causados a saúde e ao meio ambiente. Outro ponto a ser destacado é que nas discussões os alunos, além de responderem sobre as perguntas, sugeriram possíveis soluções ou deram seu ponto de vista em relação ao descarte inadequado desse lixo. Cardoso, Ferreira e Santos (2008), apud Oliveira (2014, p. 23), afirmam que:

[...] o fato de se depararem constantemente com obstáculos, faz com que os alunos desenvolvam mecanismos de resolução de problemas bem como outros parâmetros da maior importância: criatividade, persistência, rigor, imaginação, raciocínio lógico e capacidade de abstração. Promove também o trabalho em grupo e, dessa forma, desenvolve a capacidade colaborativa, de relação interpessoal e de comunicação.

Portanto, a partir das análises do quadro 06, observa-se o desenvolvimento dos alunos no decorrer do projeto. Pois, serviu para que os estudantes e o professor pudessem discutir sobre os conteúdos de química vivenciados, a contextualização

desses temas na Robótica Sustentável e quais as ações que podem ser realizadas em relação ao reaproveitamento e descarte adequado do lixo eletrônico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado nas análises realizadas anteriormente observou-se que a robótica sustentável foi uma ferramenta de ensino bastante enriquecedora para o aprendizado de química. Através dela foi possível à contextualização e discussão de diversos conteúdos, geralmente aplicados só na teoria.

Durante a construção dos protótipos robô artrópode, robô imóvel eólico e carrinho *Bluetooth*, alguns temas de química foram debatidos pelos estudantes, como, por exemplo, as substâncias presentes em equipamentos como celulares, impressoras, televisores etc., causadoras de diversas doenças a partir do seu descarte inadequado. Os agentes poluidores e fontes de energia limpa proporcionaram a discussão sobre a quantidade de resíduos que são produzidos e quais as soluções que podem ser realizadas para reduzir esses poluentes no meio ambiente. Esse ponto foi discutido a partir da construção do robô imóvel gerador de energia eólica. Já o carrinho Bluetooth movido a pilhas e baterias, permitiu o estudo sobre os componentes das pilhas e baterias, as reações de oxidação, balanceamento de reações e os impactos que podem contaminar o solo e os lençóis freáticos. Além disso, os estudantes puderam resolver problemas e encontrar possíveis soluções para o descarte inadequado do lixo e, sobretudo, conscientizarem-se sobre as consequências dessas ações. Portanto, a robótica sustentável possibilitou que os alunos fossem colaborativos uns com os outros e desenvolvessem em grupos a construção dos robôs e a compreensão dos conteúdos.

Outro aspecto importante é o reaproveitamento de equipamentos eletrônicos. Os alunos puderam entender que esse tipo de material pode ser reaproveitado para a construção de vários artefatos robóticos e mostrarem que, mesmo com algumas dificuldades, são capazes de desenvolver o conhecimento a partir da prática da robótica sustentável. Também é importante complementar que mesmo não podendo reaproveitar todo o equipamento, é preciso que este lixo tenha um local definido para seu descarte. Há uma carência muito grande não só com a falta de informação sobre o descarte do lixo eletrônico, bem como de pontos de coletas desse lixo, o que deve ser corrigido a partir do momento que se repensa sobre todos os impactos ambientais e problemas de saúde provenientes desse lixo.

A integração dos estudantes e do professor na apresentação dos resultados, demonstra que é preciso repensar sobre o lixo eletrônico e que seu manejo e descarte inadequado prejudicam não apenas as pessoas que vivem próximas aos lixões, mas a toda a fauna e flora que se nutre da água e do solo contaminado. Esses alimentos acabam voltando para a população.

Portanto, conclui-se que foi respondida a questão da pesquisa demonstrando que a robótica sustentável contribuiu para o ensino de química e com o debate sobre o lixo eletrônico, atingindo o objetivo de realizar uma análise participante, promovendo aos alunos uma nova abordagem que provoca o interesse em aprender e construir modelos robóticos, discutindo questões importantes sobre o lixo eletrônico e seu descarte. “Mostrando que os alunos compreenderam as ideias dos protótipos e a potencialidade das peças reutilizadas ao ponto de conseguirem visualizar o uso delas em novas ideias.” (BALDOW; ARAÚJO; LEÃO, 2017, p. 5).

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, C. A. P.; RICARDO, J.; MAFRA, S. **Robótica e Educação: Ensaio Teóricos e Práticas Experimentais**. Curitiba-PR: Editora CRV, 2015.
- AROCA, Rafael Vidal. **Plataforma robótica de baixíssimo custo para robótica educacional**. 2012. Disponível em: <http://www.repositorio.ufrn.br:8080/jspui/bitstream/123456789/15206/1/RafaelVA_DISSERT.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2018.
- BALDOW, R.; LEO, M. B. C. Robótica Sustentável e Aprendizagem Colaborativa: Contribuições no Ensino de Eletricidade e Hidrostática. **Enseñanza de las Ciencias**, v. Extra, p. 699-704, 2017.
- Baldow, R.; Silva Junior, L. A.; Leão, M. B. C. **Análise de Tendências sobre Robótica em congressos da área de Ensino de Ciências**. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC. Florianópolis-SC, p. 1-10, 2017.
- BALDOW, Rodrigo; ARAÚJO, Artur Torres de; LEÃO, Marcelo Brito Carneiro. **Robótica Sustentável e o uso do Arduino no ensino de física e de Programação**. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 4., 2017, João Pessoa. **Artigo**. Joao Pessoa -pb: Conedu, 2017. v. 1, p. 1 - 5. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV073_MD4_SA19_ID1262_27082017150504.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2018.
- BALDOW, Rodrigo; LEÃO, Marcelo Brito Carneiro. **As raízes epistemológicas do construcionismo e a robótica na educação**. 2017. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV073_MD1_SA16_ID1262_25052017194505.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2018.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edição 70, 2011.
- BOGARIM, C. A. C.; et al. (2015). **Laboratório de Robótica Sustentável (LarPP Sustentável)**. VI Escola Regional de Informática, Coxim-MT.
- BOGARIM, C. A. C.; LARREA, A. A.; GHINOZZI, G. G. **Larpp Sustentável e seu Auxílio na Educação Ambiental nas Escolas e Comunidade de Ponta Porã**. II Congresso Nacional de Educação, Campina Grande-PB, p. 1-5, 2015.
- CARDOSO, Jorge; FERREIRA, Manuel; SANTOS, Cristina. **LegOSC: mindstroms NXT robotics programming for artists**. Artigo do site: www.repositorium.sdum.uminho.pt, 2008
- Castilho, M. (2002). **Robótica na educação: Com que objetivos?** Monografia de Especialização em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul -Porto Alegre. Disponível em: http://www.pgje.ufrgs.br/alunos_esp/esp/mariac/public_html/robot_edu.html, Acessado em Julho de 2018.

CELINSKI, T. M.; et al. (2012). **Robótica Educativa: uma Proposta para o Reuso do Lixo Eletrônico em uma Atividade de Extensão Universitária**. In: 4º Congresso Internacional de Educação, Pesquisa e Gestão, Curitiba-PR, p. 1-10.

CÉSAR, D. R. **Robótica Pedagógica Livre: uma Alternativa Metodológica Para a Emancipação Sociodigital e a Democratização do Conhecimento**. 220 f. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Difusão do Conhecimento da Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA, 2013.

COELHO NETO, João; ALTOÉ, Anair. **CONSTRUCIONISMO E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES: UM ESTUDO COM ALUNOS DO CURSO DE PEDAGOGIA DA UENP CP**. 2011. Disponível em: <http://educere.bruc.com.br/CD2011/pdf/5807_2630.pdf>. Acesso em: 15 maio 2018.

COSTA, T. C. A. Uma abordagem construcionista da utilização dos computadores na educação. In: 3º Simpósio Hipertexto e Tecnologias na Educação: Redes Sociais e Aprendizagem, Recife-PE, P. 1-11, 2010.

FABRÍCIO, Pablo Ramon de A. Monteiro; COSTA NETO, Oswaldo Evaristo da; ANDRADE, Ernando Luiz de Sousa. **UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO: Uma Realidade no Município de Solânea – PB**. 2014. Disponível em: <http://www.tise.cl/volumen10/TISE2014/tise2014_submission_300.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2018.

FREITAS, Filipe de Oliveira de; STEINER, Alexandra Duprates; BERTAGNOLLI, Silvia de Castro. **O ENSINO DE QUÍMICA USANDO COMO FERRAMENTA UMA TABELA PERIÓDICA FÍSICA E INTERATIVA**. In: **MOSTRA NACIONAL DE ROBÓTICA**, 2016, Canoas. **Artigo**. Canoas- Rs: Mnr, 2016. p. 1 - 4. Disponível em: <<http://200.145.27.212/MNR/mostravirtual/interna.php?id=15478>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

GEBRAN, M. P. **Tecnologias Educacionais**. Curitiba-PR: IESDE Brasil S. A., 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999. Projetos de pesquisa. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GIVEN, L. M. The Sage encyclopedia of qualitative research methods. v.1 e 2. California, SAGE Publications, 2008.

LAYRARGUES, P. P. **O Cinismo da Reciclagem: o Significado Ideológico da Reciclagem da Lata de Alumínio e suas Implicações para a Educação Ambiental**. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (Orgs.). Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania. São Paulo-SP: Cortez, p. 179-219, 2002.

LIMA, Walex Fernandes et al. **A robótica educacional no ensino de Química, elaboração, construção e aplicação de um robô imóvel no ensino de conceitos relacionados à tabela periódica**. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (XVI ENEQ) E X ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA (X EDUQUI), 10, 2012, Salvador. **Artigo**. Salvador- Ba: Divisão de Ensino de Química

da Sociedade Brasileira de Química (ed/sbq) Ufba, Uesb, Uesc e Uneb, 2012. p. 1 - 11.

LIMA, Walex Fernandes. **Aprendizagem Colaborativa para o Ensino de Química por meio da Robótica Educacional**. 2016. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/6165/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Walex%20Fernades%20Lima%20-%202016.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

Locatelli, A., Zoch, A. N., & Trentin, M. A. (2015). **TICs no Ensino de Química: Um Recorte do “Estado da Arte”**. Revista Tecnologias na Educação, Vol. 12, No. 7.

LOUREIRO, C. F. B. **Sustentabilidade e Educação: um Olhar da Ecologia Política**. São Paulo: Corte Editora, 2012.

MAGALINI, Federico; KUEHR, Ruediger; BALDÉ, Cornelis Peter. **EWaste in Latin America: Statistical analysis and policy recommendations**. 2015. Disponível em: <<https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2015/11/gsma-unu-ewaste2015-eng.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2018.

MARCON, Sonia Silva; ELSEEN2, Ingrid. **Estudo qualitativo utilizando observação participante: análise de uma experiência**. 2000. Disponível em: <file:///C:/Users/Jessica/Downloads/2999-8908-1-PB.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2018.

MARTINS, Felipe N.; OLIVEIRA, Hudson C.; OLIVEIRA, Gabriela F.. **Robótica como Meio de Promoção da Interdisciplinaridade no Ensino Profissionalizante**. 2012. Disponível em: <<http://www.natalnet.br/lars/wre2012/pdf/106420.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2018.

MILL, D.; CÉSAR, D. R. Estudo sobre Dispositivos Robóticos na Educação: sobre a Exploração do Fascínio Humano pela Robótica no Ensino-Aprendizagem. In: **Escritos sobre Educação: Desafios e Possibilidades para Ensinar e Aprender com as Tecnologias Emergentes**. Daniel Mill (org). São Paulo-SP: Paulus, p. 269-293, 2013.

MILL, D.; CÉSAR, D. R. **Robótica pedagógica livre: sobre inclusão sócio-digital e democratização do conhecimento**. PERSPECTIVA, v. 27, n. 1, p. 217-248, 2009.

MORAES, Maritza Costa. **Robótica Educacional: Socializando e Produzindo Conhecimentos Matemáticos**. 2010. Disponível em: <https://sistemas.furg.br/sistemas/sab/arquivos/bdtd/tde_arquivos/12/TDE-2010-08-23T112713Z-193/Publico/Maritza.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2018.

NESI, Isabel Cristina; NESI JUNIOR, Valdir. **ROBÓTICA EDUCACIONAL: UMA PROPOSTA CURRICULAR PARA O ENSINO MÉDIO**. 2014. 79 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologias da Informação e Comunicação, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/130047/TCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 26 jan. 2018.

OLIVEIRA, Felipe Silva de. **ROBÓTICA EDUCACIONAL: Educação Tecnológica ou Construcionismo?**. 2014. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Pedagogia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014. Disponível em: <www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?down=000943952>. Acesso em: 21 jan. 2018.

PEREIRA, Gabriela Quirino. **O Uso da Robótica Educacional no Ensino Fundamental: relatos de um experimento**. 2010. 79 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Ciência da Computação, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2010. Disponível em: <<https://dcc.catalao.ufg.br/up/498/o/Gabriela2010.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

PEREIRA, Manoel Cleodenon Mendes. **Aprendendo Física Através da Robótica Educacional**. 2014. 25 f. Monografia (Especialização) - Curso de Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares, Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, 2014. Disponível em: <[http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/9713/1/PDF - Manoel Cleodenon Mendes Pereira.pdf](http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/9713/1/PDF%20-%20Manoel%20Cleodenon%20Mendes%20Pereira.pdf)>. Acesso em: 15 maio 2018.

SAPONSHEVIN, M; AYRES, B.; DUNCAN, J. **Cooperative Learning and Inclusion** (2001). Disponível em: <http://www.academia.edu/936323/Cooperative_learning_and_inclusion>. Acesso em: 20 nov 2017.

SEWELL, G.H. **Administração e controle da qualidade ambiental**. São Paulo, USP, 1978.

SILVA, Janari Rui Negreiros da. **Lixo eletrônico: um estudo de responsabilidade ambiental no contexto do Instituto de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas-IFAM**. 2010. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2010/III-009.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

TRENTIN, Marco A. S.; PÉREZ, Carlos Ariel Samudio; TEIXEIRA, Adriano Canabarro. **A robótica livre no auxílio da aprendizagem do movimento retilíneo**. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2., 2013, Passo Fundo. **Artigo**. Passo Fundo- Rs: Instituto de Ciências Exatas e Geociências – Universidade de Passo Fundo, 2013. p. 1 - 9. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/viewFile/2612/2267>>. Acesso em: 26 maio 2018.

TRENTIN, Marco Antônio Sandini; et al. **Robótica como recurso no ensino de ciências**. In: VIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND COMPUTER EDUCATION, 8., 2013, Luanda. **Artigo**. Luanda- Angola: Copec, 2013. p. 233 - 237.

VERASZTO, Estéfano Vizconde, et al. Tecnologia: buscando uma definição para o conceito. **Revista Prisma. Com, nº 7**, 2010.

ZILLI, Silvana do Rocio. **A robótica educacional no ensino fundamental: perspectiva e prática**. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia

de Produção, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Cap. 4. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/86930/224814.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

APÊNDICE A - Perguntas feitas aos alunos após a finalização da pesquisa.

	<p>UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO DEPARTAMENTO DE QUÍMICA CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA</p>	
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Este questionário destina-se a uma investigação no âmbito de uma monografia, a qual posteriormente será apresentada à Coordenação do Departamento de Licenciatura em química da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Onde os resultados obtidos foram usados apenas para fins acadêmicos (monografia), logo será preservado o anonimato.

Graduando: Edson Severiano de Albuquerque.

Orientador: Professor Dr. Marcelo Brito Carneiro Leão.

Co-orientador: Professor Me. Rodrigo Baldow de Souza.

Questionário de Pesquisa de Campo

1. A robótica é uma ferramenta de ensino multidisciplinar que conduz aos alunos e docentes de forma lúdica uma visão participativa e interativa. A partir das vivências com o Projeto de robótica no ensino de química você acredita que esta prática contribuiu para seu aprendizado? Por quê?

() SIM

() NÃO

-
2. Como visto em sala de aula o lixo eletrônico vem se tornando um problema ambiental que pode causar danos à saúde humana e contaminar recursos naturais indispensáveis para a sobrevivência de várias espécies. Em relação à reutilização do lixo eletrônico: Você acha importante a reutilização desses materiais nas práticas pedagógicas no ensino de química? Por quê?

() SIM

() NÃO

3. A pesquisa e incorporação dos projetos de robótica necessitam de conhecimentos e sua aplicação no decorrer das práticas, além da investigação de soluções para possíveis problemas na montagem, e execução. Você teve alguma dificuldade no decorrer dos projetos? Explique com suas palavras os pontos positivos e negativos dessa abordagem no espaço escolar.

() SIM

() NÃO

4. O conhecimento deve ser compartilhado, pois proporciona a outros indivíduos a possibilidade de entender a importância da reutilização do lixo ou do descarte adequado, nessa perspectiva o lixo eletrônico deve ser entendido e levado em consideração, pois é um problema de qualidade de vida para toda a sociedade. Você acredita que foi relevante a apresentação dos projetos para a escola? Justifique sua resposta.

() SIM

() NÃO

5. Na prática da robótica sustentável voltada ao ensino de química, os alunos devem reconhecer a importância do lixo eletrônico e estudar os elementos contidos nos materiais e saber qual a utilização das principais peças e locais de coleta desse lixo. Diante do que foi exposto sobre a robótica Sustentável no ensino de química você acredita que deve haver mais pontos de coletas desses materiais? Por quê?

() SIM

() NÃO
